

第4章

新生児の蘇生

NCPR; Neonatal Cardiopulmonary Resuscitation

■NCPR 作業部会共同座長

田村 正徳 埼玉医科大学総合医療センター総合周産期母子医療センター長・小児科教授
和田 雅樹 新潟大学医歯学総合病院総合周産期母子医療センター講師

■NCPR 作業部会委員

石川 源 日本医科大学産婦人科講師
草川 功 聖路加国際病院小児科医長
五石 圭司 東京大学小児科
杉浦 崇浩 静岡済生会総合病院新生児科科長
側島 久典 埼玉医科大学総合医療センター総合周産母子センター新生児科教授
滝 敦子 東京医科歯科大学小児科特任講師
武内 俊樹 慶應義塾大学医学部地域小児医療調査研究寄附講座特別研究助教
中野 玲二 愛育病院新生児科
西田 俊彦 東京医科歯科大学小児科
細野 茂春 日本大学医学部小児科学系小児科学分野准教授
正岡 直樹 東京女子医科大学八千代医療センター産科准教授
森 臨太郎 一般社団法人国際母子保健研究所所長

■編集委員

太田 邦雄 金沢大学医薬保健研究域小児科准教授
坂本 哲也 帝京大学医学部救急医学講座教授
清水 直樹 東京都立小児総合医療センター救命・集中治療部集中治療科医長
野々木 宏 国立循環器病研究センター心臓血管内科部門長
畑中 哲生 救急振興財団救急救命九州研修所教授

■共同議長

岡田 和夫 日本蘇生協議会会長・アジア蘇生協議会会長
丸川征四郎 医療法人医誠会病院院長

■1 はじめに

新生児の約 10%は、出生時に呼吸し始めるために何らかの助けを必要とし、1%未満は包括的な蘇生術を必要とする (LOE 4^{1, 2})。わが国では、年間約 110 万人の出生があるので、10 万人以上の新生児が出生時に呼吸循環が安定するために何らかの助けを必要とすることを意味する。

さらに「平成 20 年度母子保健の主たる統計」によれば、わが国での出産場所は、病院は 51.1%にすぎず、産科診療所 47.7%、助産所 1%で、小児科医師が立ち会わない事例が少なくない。したがって、北米のように総合病院での小児科医師の立ち会い分娩を前提としたガイドラインをそのまま適応するのではなく、産科診療所や助産所でも実施可能なガイドラインを導入しなければならない。一方では臨床現場の責任者は、国際水準に則った、より安全でより効果的な蘇生ができるように体制整備に努めなければならない。また海外では安全性が確認され、2010 CoSTR では推奨されている手技でも、日本人では副作用が強いことが危惧される場合には、その安全性が日本人でも証明されるまでは推奨することは保留とした。こうした手技については、日本で改めて質の高い臨床研究を施行することが望ましい。

新生児は医学的には出生 28 日以内の児をさすが、2010 CoSTR では小児と新生児の心肺蘇生 (Cardiopulmonary Resuscitation : CPR) の違いがめだつ。そのため、病棟や救急外来での生後 1 か月未満の乳児の CPR の実施においては混乱が生じることが予想される。日本蘇生協議会と日本救急医療財団による日本版救急蘇生ガイドライン作成合同委員会としては、新生児と小児の細かな分類にこだわって心肺蘇生が手控えられたり開始が遅れる事態を回避することを最優先して、乳児の CPR に関しては以下のような実施ポリシーを推奨することとした。

- ・分娩室、新生児室と新生児集中治療室 (Neonatal Intensive Care Unit : NICU) 入院中の (修正月齢 1 か月未満) 児の蘇生は、新生児蘇生法に則って行う。
- ・分娩施設外での新生児仮死を新生児専門職でない術者 (救急隊員など) が蘇生する場合は小児蘇生法で行ってもよい。
- ・病棟や外来で出生 28 日以内の新生児の蘇生を小児蘇生法で行うか新生児蘇生法で行うかは、あらかじめ決められたそれぞれの施設のポリシーに従う。

1. ルーチンケア

正期産で、しっかり呼吸するか泣いていて、筋緊張がよい新生児は、皮膚の羊水を拭き取って乾燥させ、保温に努めるべきである (Class I)。これらの処置は母のそばで実施することが望ましい (Class IIa)。

2. 蘇生のステップ

蘇生の必要な児は、順番に以下の処置が必要かどうかを評価する。

- A. 蘇生の初期処置 (皮膚の羊水を拭き取り、保温し、[気道確保の] 体位をとらせ、必要であれば気道を吸引して、呼吸を誘発するように皮膚刺激をする)

- B. 人工呼吸および呼吸補助
- C. 胸骨圧迫
- D. 薬物投与または補液

次のステップに進むかどうかは、まず2つのバイタルサイン(心拍数と呼吸)を同時に評価して決定する(Class I)。次のステップへは、前のステップを完了してから進む。最初の2ステップを完了するのに各々約30秒を割り当てて、処置の効果を再評価して、次へ進むかどうかを決める(図1)(Class IIa)。

3. 新生児蘇生法 アルゴリズム

出生直後の新生児において蘇生が必要かどうかの判断は、①早産児、②弱い呼吸・弱い啼泣、③筋緊張の低下、の3項目で行う。それらすべてを認めない児に対しては母のそばでルーチンケアを行う。ルーチンケアでは、保温、気道開通、皮膚の乾燥を行い、その後、さらに児の評価を行う。

一方、3項目のうち1つでも当てはまる場合は蘇生のステップに入り、初期処置、人工呼吸、胸骨圧迫、薬物投与または補液の処置が必要かどうかを順番に評価し、評価に基づいて処置を行う。次のステップへ行くかどうかは2つのバイタルサイン(心拍数と呼吸)を同時に評価して決定し、前のステップの完了の後に次のステップに進む。各ステップを完了するのにそれぞれ約30秒を割り当て、処置の効果を再評価して、次へ進むべきかどうかを決める。

A-1. 蘇生の初期処置

まず、蘇生の初期処置では皮膚の羊水を拭き取り、保温し、気道確保の体位をとらせ、必要であれば気道を吸引し、呼吸誘発のために皮膚刺激をする。胎便性の羊水混濁を認めていても、気道の吸引は初期処置の中で行う。胎便性羊水混濁があっても活気のない児においても、ルーチンに気管内吸引をする必要はない(2005 Consensus からの変更点)。

A-2. 蘇生の初期処置の効果の評価

蘇生の初期処置終了後か生後30秒後に、その効果を心拍数と呼吸で評価する。心拍数の確認は臍帯拍動の触知よりも聴診がより確実である。また、蘇生が必要な児では心拍数と酸素化の評価のためにパルスオキシメータの装着を考慮する。

自発呼吸があり、かつ心拍数が100/分以上の場合は、努力呼吸と中心性チアノーゼの有無を評価する。

B-1. 呼吸補助(空気を用いたCPAP かフリースロー酸素投与)

努力呼吸と中心性チアノーゼのどちらか一方でも認める場合はパルスオキシメータを装着した上で、SpO₂値が生後時間に対応して下限(生後1分で60%、生後3分で70%、生後5分で80%、生後10分で90%)未満であれば空気を用いた持続的気道陽圧(Continuous Positive Airway Pressure: CPAP) かフリースロー酸素投与を開始する。

努力呼吸と中心性チアノーゼを同時に認める場合は、SpO₂値の結果を待たずに空気を用いたCPAP かフリースロー酸素投与を開始する。

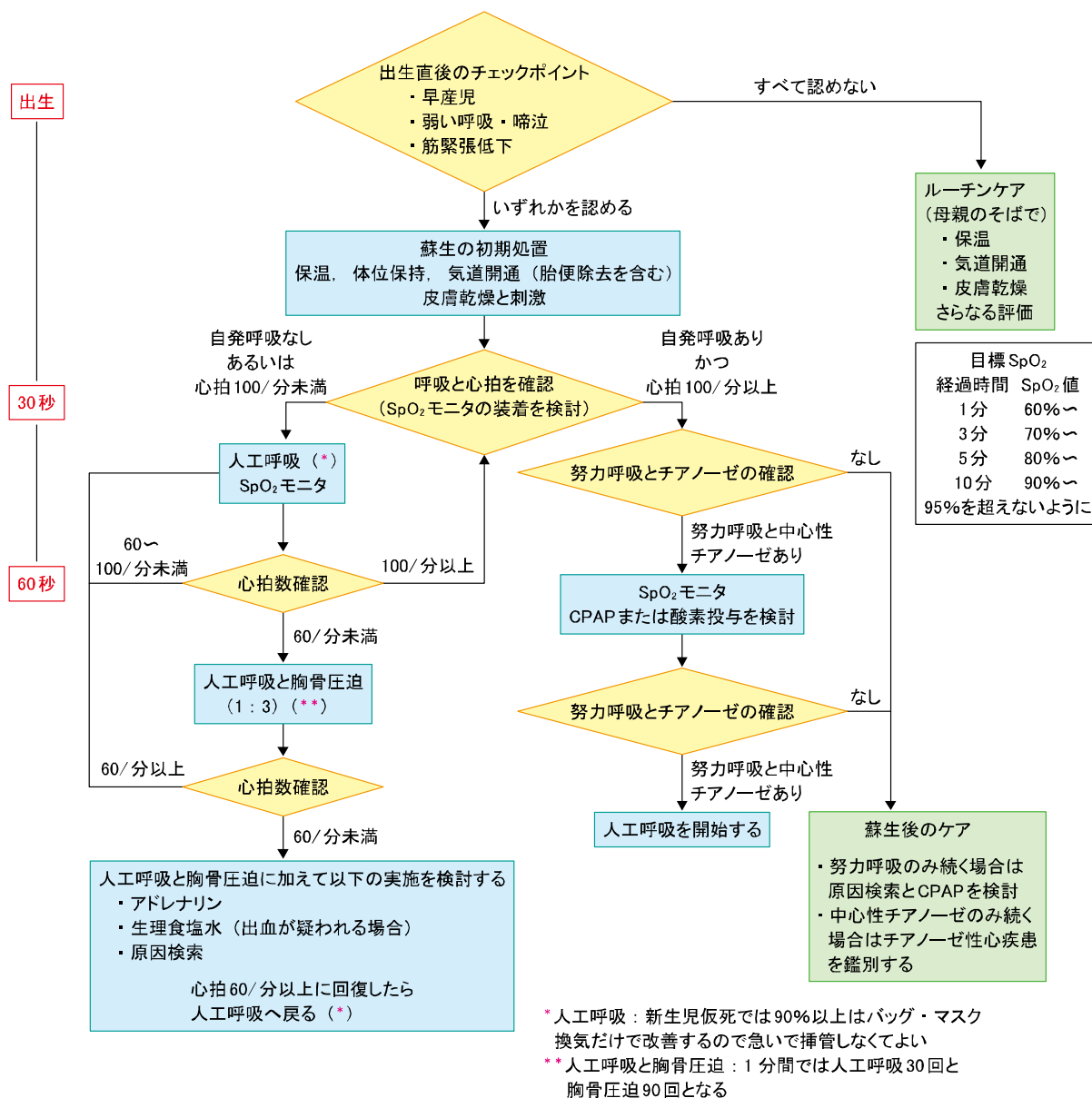


図1 NCPR アルゴリズム図

さらに 30 秒後に心拍数と呼吸を評価し、心拍数が 100/分以上にもかかわらず努力呼吸と中心性チアノーゼの改善が認められない場合には人工呼吸を開始する。人工呼吸の回数は 40 ~60 回/分とする。どちらか一方だけが持続する場合は、原因検索 (先天性心疾患、新生児一過性多呼吸、呼吸窮迫症候群等) をしながら適切な対応を選ぶ。

B-2. 人工呼吸

初期処置後の評価で自発呼吸がないか心拍数が 100/分未満の場合は、人工呼吸を開始した上でパルスオキシメータを装着する。喘ぎ呼吸も無呼吸と同様に扱う。人工呼吸の回数は 40 ~60 回/分とする。

正期産児や正期産に近い児では空気で人工呼吸を開始する。酸素を投与する場合でも酸素と空気を混合して投与し、SpO₂値を指標として吸入酸素濃度の調節をする。32週未満の早産児でもSpO₂値を指標として30～40%の酸素濃度で開始する。

さらに30秒後に心拍数と呼吸を評価し、心拍数が60～100/分の場合には換気が適切か確認し、気管挿管の施行を検討する。

C. 胸骨圧迫

人工呼吸を30秒間施行しても心拍数が60/分未満の場合には胸骨圧迫と人工呼吸を連動して開始する。胸骨圧迫と人工呼吸の比は3:1とし、1サイクル2秒間を目安に行う。胸骨圧迫は胸郭包み込み両母指圧迫法（両母指法）が推奨され、胸骨の下1/3の部位を胸郭前後径の1/3が凹む深さまで圧迫する。薬物投与のために臍帯にカテーテルを挿入する場合は二本指圧迫法（二本指法）を考慮する。

D. 薬物投与または補液

人工呼吸と胸骨圧迫にもかかわらず心拍数が60/分未満の場合には、アドレナリンの投与を行う。アドレナリンは0.01～0.03mg/kgの静脈内投与を第一選択とする。静脈路がすぐに確保できない場合は、気管挿管の上、気管内にアドレナリン0.05～0.1mg/kgを投与する。児の失血が疑われる場合には、循環血液増量剤（生理食塩液など）10ml/kgを5～10分かけて静脈内投与する。薬物投与の際にも胸骨圧迫と人工呼吸は連動して続ける。

在胎36週以上で出生し、中等度から重度の低酸素性虚血性脳症の児では、NICUにおけるプロトコールに則った低体温療法を検討する。

4. [2010 CoSTRでの検討課題](#)

2005 CoSTRの刊行^{3,4}以降から、いくつかの新生児蘇生法が論議的となってきた。以下の項目に関して論文が検索され、コンセンサスの形成に至った。酸素化の評価と補助酸素の役割、羊水中の胎便の分娩前後の処置、人工呼吸戦略、気道確保〔例えば、気管チューブまたはラリングアルマスクエアウェイ（LMA）〕を確認する機器、薬物、体温の維持、蘇生術後の処置、蘇生術の差し控えや中止の配慮点、蘇生術の知識と技術を教育し、評価し、維持するための手法や、帝王切開のときに必要な新生児担当の人員に関する問題も検討された。

5. [新しい推奨](#)

以下は主要な新しい推奨である。

初期評価後の次のステップへの進行は、2つのバイタルサイン（心拍数と呼吸）の同時評価によって決定する（Class I）。

体色の肉眼的な評価は信頼できないので、蘇生時の酸素化評価のためにパルスオキシメータの設置に努めるべきである（Class I）。

正期産児では、100%の酸素ではなくて空気で蘇生を開始するべきである（Class I）。

補助酸素の投与は酸素と空気を混合することによって調整して、SpO₂値を指標として吸入酸素濃度の調節をすることが望ましい（Class IIb）。

胎便で羊水混濁がある場合で新生児の活気が乏しいときでも、ルーチンに気管内吸引をすることを支持あるいは否定するエビデンスは十分ではない(Class IIb)。

心肺停止が心原性であることが明らかでない限り、胸骨圧迫と人工呼吸の比は新生児では3:1のままとするべきである(Class I)。もし、心肺停止が心原性である場合には、より高い比率を考慮してもよい(Class IIa)。

正期産あるいは正期産に近く、中等度から重度の低酸素性虚血性脳症の児では、プロトコールとフォローアップ体制を地域の周産期医療システムと連携させた上で低体温療法を考慮する(Class I)。

心拍が10分間確認されなかった場合に、蘇生術の中止を考慮することは妥当である(Class IIb)。

▲Knowledge gaps (今後の課題)

2010 CoSTRでは「蘇生術を必要としていない新生児では、臍帯結紮は少なくとも1分以上延期されるべきである」とされているが、日本人の新生児では黄疸の発生率が高いため、安全性を確認する質の高い臨床研究を実施し、安全性を確認した上で導入するか否かを定める必要があるので、現時点ではわが国では積極的には推奨しない。

■2 初期評価と蘇生の初期処置

1. 心肺の適応過程と蘇生の必要性

心拍数のすみやかな上昇は蘇生の効果を示すもっとも信頼できる指標である(LOE 5⁵)。臨床評価上では聴診による心拍数をもっとも正確であり、臍帯の拍動触知はそれに劣るが、両測定法とも感度は比較的低い(LOE 2⁶、LOE 4⁷)。分娩室においても SpO₂ は正しく測定でき、新生児蘇生中も使用できることが示されているが、どの研究もパルスオキシメータの使用が蘇生結果にどう影響するかは検討していない(LOE 4^{7,8})。SpO₂ と心拍数は新生児用プローブと体動に対するアーチファクトを軽減する仕様のパルスオキシメータの使用により出生から90秒以内で測定可能である(LOE 4^{9,10})。右手首もしくは右手掌から得られる動脈管前の SpO₂ 値は動脈管後の SpO₂ 値よりも高い(LOE 5^{8,11})。プローブを患児に装着してから機器に接続することで、よりすみやかに信頼できる値が得られる(LOE 4¹⁰)。

基礎疾患のない児でさえ、酸素化および皮膚色の改善には数分が必要で、さらに出生直後の高酸素血症は各臓器の細胞機能レベルにおいて有害であるとの知見が増加している。このため“皮膚色”は蘇生効果を評価する指標から外された。パルスオキシメータは出生直後の正期産児において酸素化を調整するのに利用できる。

心拍数は、蘇生の必要性和効果を判定するために第一選択されるバイタルサインである(Class I)。前胸部の聴診を第一選択とする(Class I)。臍帯の触診は心拍数を過小評価する可能性は高いが、他の部位の触診よりは優れている(Class IIa)。蘇生や呼吸補助を必要とする新生児に対しては、パルスオキシメータを使用すべきである(Class I)。パルスオキシメータのプローブは動脈管の影響を受けない右手に装着すべきである(Class I)。一貫

した正確な測定の観点からパルスオキシメータは、これまで使用してきた臨床的な心拍数測定法と組み合わせて使用するべきである (Class I)。

2. 酸素の使用について

人工呼吸で蘇生を受ける児では100%酸素は空気と比べ短期的予後に対し何ら利点はなく、第一啼泣までの時間を延長させる (LOE 2^{12, 13})。メタアナリシスでは空気を使用し蘇生を開始した群で死亡率の減少が示されている^{14, 15}。

新生児仮死動物モデルでは、蘇生において高濃度酸素への曝露は何の臨床的利点もなく細胞レベルでは有害である可能性が示されている^{16, 17}。低酸素/虚血と徐脈 (拍) の2つのモデルでは、100%酸素を使用した蘇生では脳に有害な生化学的変化をもたらしたが、空気を使用した蘇生ではそうではなかった (LOE 5^{18, 19})。

在胎 32 週未満の早産児においては、健常正期産児の生後 10 分にみられる緩徐な酸素飽和度の上昇を目標として酸素濃度を調整するには、最初から空気または 100%酸素を使用した蘇生では、酸素濃度を 30%または 90%で開始してその後調整した蘇生と比べ、低酸素血症または高酸素血症に陥る可能性が非常に高い (LOE 2^{11 20})。在胎 32~37 週の児における適切な酸素濃度についての根拠は不十分である。

出生時、陽圧人工呼吸で蘇生を受ける正期産児に対して、蘇生は 100%酸素ではなく、空気を使用して開始することが最善である (Class I)。もし効果的な人工呼吸にもかかわらず、心拍数の増加が得られない場合やパルスオキシメータで示される酸素化の改善が受容できない場合は、高濃度酸素の使用を考慮するべきであるが、心拍数が 100/分以上でかつ酸素飽和度が上昇傾向にあれば緊急に酸素を投与する必要はない (Class I)。多くの在胎 32 週未満の早産児では空気で目標とする酸素飽和度が得られないことが予測されるため、酸素と空気の混合ガスの使用が賢明であり、SpO₂ 値を指標にすることが理想的である (Class IIb)。高酸素血症、低酸素血症ともに避けるべきである (Class I)。可能であれば 30~40%酸素の吸入が推奨される。もし混合ガスが利用できなければ、人工呼吸を空気でもよい (Class IIb)。

▲ Knowledge gaps (今後の課題)

- ・ 目標とする SpO₂ 値 (正期産児、早産児) を決定するためには、出生後の生理学的変化値に関してのさらなる検討が必要である。
- ・ 早産児で酸素投与を開始する場合の初期酸素濃度は何%が適切かも不明であり、さらなる検討が必要である。

3. 出生前後の吸引

分娩前後の吸引は2つの観点から検討された。

- (1) 羊水が清明で活気のない児の上気道吸引
- (2) 胎便性羊水混濁を認めた活気のない児の気管内吸引

1) 上気道吸引

出生時、清らかな羊水で活気のない児に対する口鼻吸引を支持あるいは否定するためのエビデンスは十分ではない。健常な児における口鼻吸引は心拍数の低下や酸素化の悪化と関連がある (LOE 1^{21, 22})。鎮静、または筋弛緩状態で気管挿管された蘇生後の新生児において、分泌物がない状態での気管内吸引は酸素化の悪化、脳血流の増加、頭蓋内圧の上昇、肺コンプライアンスの低下と関連している (LOE 5²³)。

羊水混濁の有無にかかわらず、児の分娩中のルーチンの口咽頭・鼻咽頭吸引は推奨されない (Class III)。

2) 胎便性羊水混濁時の気管内吸引

胎便性羊水混濁をきたした活気のない児は胎便吸引症候群 (Meconium Aspiration Syndrome : MAS) を発症する可能性が高い (LOE 4^{24, 25})。しかし、気管内吸引の施行によって、これらの児の死亡率や MAS 発症頻度が低下するかは明らかにされていない (LOE 4²⁶、LOE 5²⁷)。活気のない児における気管挿管後の気管内吸引と気管内吸引をしない場合を比較した無作為比較試験 (Randomized Controlled Trial : RCT) はこれまで行われていない。

胎便性羊水混濁を認めた活気のない児のルーチンの気管内吸引を支持あるいは否定するためのエビデンスは十分ではない (Class IIb)。したがって 2005 CoSTR では推奨されていた胎便性羊水混濁を認めた活気のない児の気管内吸引はルーチン処置から外された。

■3 人工呼吸戦略

人工呼吸戦略について、4つの観点から調査された。

- (1) 出生後の最初の呼吸補助の特性と呼気終末陽圧 (PEEP)
- (2) 蘇生中あるいはそれに引き続く CPAP
- (3) 呼吸補助器具
- (4) 医療資源の限られた場面での方針

1. 出生後の初期人工呼吸

長い吸気時間も短い吸気時間も、ともに臨床において使用されている。しかし、正期産児の出生後の初期人工呼吸に対してこの2つの方法を比較した RCT はない。正期産児の少数の症例において、初期の肺拡張を5秒間行った場合にはヒストリカルコントロールと比較して機能的残気量が2倍に増加した (LOE 4²⁸)。早産児において持続的な肺拡張を10秒間行い、その後に経鼻式 CPAP を行う RCT は1件あり、バッグ・マスク換気と比較して出生後72時間以内の気管挿管の必要性を減少させ、換気補助の期間を短くし、気管支肺異形成 (Bronchopulmonary Dysplasia : BPD) を減少させた (LOE 1²⁹)。他の2件の RCT では、分娩室における持続的な肺拡張とその後の経鼻式 CPAP による有益性を示すことはできなかった (LOE 1^{30, 31})。3件の RCT には介入様式 (鼻チューブ対フェイスマスク、Tピース対自己膨張式バッグ) や分娩室での CPAP の使用などに多くの相違点があるため、極低出生体重児にお

いて機能的残気量を確立するために最初に持続的な肺拡張を行うことが効果的かどうかを決定することは困難である。

無呼吸の新生児において最初の肺拡張を達成するためには間欠的陽圧人工呼吸 (Intermittent Positive Pressure Ventilation: IPPV) が有用である (Class I)。

2. 吸気圧

心拍の改善や胸郭を膨らませるために必要以上の高い吸気圧を使用することを支持する根拠はない。心拍や胸郭拡張の改善は、通常正期産児においては 30cmH₂O (LOE 4^{28, 32})、早産児では 20~25 cmH₂O (LOE 4³³) の吸気圧で達成される。時にはさらに高い圧が必要とされることもある (LOE 4³⁴)。未熟な動物において、出生時に高容量、かつ高い最大吸気圧で換気を補助することは、数分間であっても肺損傷、ガス交換の悪化、肺コンプライアンスの低下の原因となる。

圧がモニタリングされるのであれば、早産児において 20cmH₂O の初期吸気圧が効果的であろう。正期産児では 30~40cmH₂O の圧を要することもある (Class IIa)。もし圧がモニタリングされていないならば、心拍数増加を達成するのに必要な最小圧が使われるべきで、出生直後の早産児の換気中に、過剰な胸壁の動きは避けるべきである (Class I)。もし心拍数や胸郭の動きの迅速な改善がみられなければ、効果的な換気を達成するためにさらに高い圧が必要かもしれない (Class IIa)。

3. 呼気終末陽圧 (PEEP)

正期産児の蘇生中の PEEP の意義について、支持あるいは否定するためのエビデンスは十分ではない。早産児では 1 つの小規模な研究 (LOE 1³⁵) においては、初期安定化のために PEEP を用いても分娩室での気管挿管を要する児の数を減らすことはできなかった。気管挿管を要する未熟な動物の研究 (LOE 5^{36, 37}) において、出生後の初期安定化に PEEP をかけることは、機能的残気量を改善し、酸素化と肺コンプライアンスを改善し、肺損傷を減らした。しかし、8~12cmH₂O の高い PEEP は、肺血流を減らし、気胸のリスクを増加させる可能性がある (LOE 5^{38, 39})。

PEEP は人工呼吸を要する無呼吸の早産児の初期安定化において効果的である可能性がある。そして、適切な器具を使用できるならば PEEP をかけるのが望ましい (Class IIa)。

4. 持続的気道陽圧 (CPAP)

在胎 25 週以上で自発呼吸があり、呼吸窮迫の徴候がある早産児に対して、分娩室において呼吸補助を CPAP で開始する場合と、気管挿管・人工呼吸で行う場合とでは、修正 36 週における死亡率、酸素必要性に有意差は認められない。在胎 25~28 週の自発呼吸がある早産児において、CPAP は気管挿管に対して人工呼吸の割合 (100%から 46%) と、サーファクタントの使用 (77%から 38%) を減少させる (LOE 1⁴⁰)。同じ研究 (LOE 1⁴⁰) において CPAP の児では有意に気胸の発症率が増加していた (9%対 3%)。正期産児の CPAP の使用を支持あるいは否定するためのエビデンスは十分ではない。

より未熟な早産児に対して、多面的な介入 (PEEP、肺拡張、分娩室での CPAP の開始) を行うことによって、フェイスマスクを介した自己膨張式バッグでの人工呼吸と比較して、気管

挿管の必要性、72時間以内の人工呼吸率、BPDなどを減らすことができた (LOE 1²⁹)。より未熟な早産児に対して分娩室でCPAPを使用した場合は、気管挿管や人工呼吸日数、出生後のステロイド使用の減少が認められた (LOE 4³³)。しかし、分娩室における“CPAP/PEEPあり”対“CPAP/PEEPなし”に関する小規模の統計学的検出力の低いフィジビリティ研究 (実行可能性研究) (LOE 1³⁵) では、短期の転帰について有意差は示されなかった。

自発呼吸下で呼吸障害がある早産児には、CPAPあるいは気管挿管による人工呼吸のいずれかで呼吸を補助するべきである。どの方法がもっとも適しているかは、蘇生する施設の専門性と手技の熟練度によって判断される (Class IIa)。

5. 呼吸補助器具

蘇生中に人工呼吸を要する新生児において、Tピース蘇生装置がバッグ・マスク人工呼吸に対して優れていることを支持あるいは否定するためのエビデンスは十分ではない。機械的モデルにおいて、Tピース蘇生装置を使用したときには、自己膨張式バッグや流量膨張式バッグと比較して、より確実に目標拡張圧を供給することができる (LOE 5^{41, 42})。機械的モデルにおいて、自己膨張式バッグや流量膨張式バッグと比較してTピース蘇生装置ではより確実にPEEPを維持することができる (LOE 5⁴³)。機械的モデルにおいて、肺拡張を供給する機能は自己膨張式バッグよりもTピース蘇生装置、あるいは流量膨張式バッグのほうが優れている (LOE 5^{41, 44})。

新生児の換気は、流量膨張式バッグ、自己膨張式バッグあるいは圧制限があるTピース蘇生装置のいずれにおいても効果的に行うことができる (Class IIa)。

6. ラリングアルマスクエアウェイ (LMA)

1件のRCT (LOE 1⁴⁵) では、分娩室において蘇生者が新生児に効果的な人工呼吸を行う場合、LMAとフェイスマスクを使用した人工呼吸は同様の効果があった。1件の後ろ向きコホート研究 (LOE 2⁴⁶) と3件の大規模な症例集積研究において、体重2,000g以上、あるいは在胎34週以上で出生した新生児では、LMAによってすみやかに効果的な換気が得られた。1件のRCT (LOE 1⁴⁷) と、1件の後ろ向きコホート研究 (LOE 2⁴⁸) では、蘇生者は分娩室において新生児に対してLMA、あるいは気管チューブのいずれかをを用いることによって、効果的な換気が得られる気道確保を、同じように行うことができた。1件のコホート研究 (LOE 2⁴⁸) では、LMAで蘇生された新生児は、初期蘇生後の呼吸補助の頻度が低下するかもしれないことを示唆しているが、この結論には重大な選択バイアスが含まれている。多くの症例報告において、フェイスマスクによる人工呼吸と気管挿管の両者が成功しなかった場面では、LMAによる気道確保によって効果的な換気が達成されている。一方、出生体重2,000g未満、在胎34週未満、胎便性羊水混濁の場合、胸骨圧迫施行中、あるいは緊急の気管内薬剤投与に対して、新生児に対するLMAの効果の評価するには、限られたエビデンスしかない。

もしフェイスマスクによる人工呼吸が成功せず、気管挿管が不成功あるいは実行不可能な場合、LMAは新生児の蘇生中に考慮されるべきである。LMAは、出生体重2,000g以上、あるいは在胎34週以上で出生した新生児の人工呼吸のためのフェイスマスクの代替手段として考慮してよい。出生体重2,000g未満あるいは在胎34週未満で出生した新生児での使用を評価するためには、限られたエビデンスしかない。

LMA は、出生体重 2,000g 以上、在胎 34 週以上の新生児の蘇生において、第二のエアウェイとして気管挿管の代替手段と考えるとよい(Class IIa)。

▲Knowledge gaps (今後の課題)

LMA は、胎便性羊水混濁の場合、胸骨圧迫中、あるいは緊急時の気管内薬剤投与に対してはまだ評価されていない。

7. 上気道マスクと鼻プロング

インターフェイスの分類では、解剖学的な形状のマスクとソフトで丸いマスクを比較すると、密閉を維持する能力に関して評価が分かれている (LOE 5^{49, 50})。鼻プロングを使用した人工呼吸は、三角のフェイスマスクによる人工呼吸に対して、その後の胸骨圧迫や気管挿管の頻度が低くなっている (LOE 2⁵¹)。いくつかの研究で報告されている臨床的なアウトカムの違いは、対象としている治療処置、すなわち、“CPAP” 対 “IPPV” の違いに起因するものかもしれない。鼻プロングはフェイスマスクよりも出生後の呼吸補助において効果的であるかもしれない (LOE 2⁵¹)。臨床的なアウトカムを達成するために、特定のマスクを使用することを支持あるいは否定するにはエビデンスは不十分である。

鼻プロングは呼吸補助をするための選択肢の 1 つである。どのような器具が使用されても、蘇生者はその施設で利用可能な器具の使用に熟練しているべきである。リークを適切に減少させるためには、それぞれのマスクに応じて、異なる方法でマスクを保持しなければならない(Class I)。

8. 蘇生者の呼気による人工呼吸

口対口人工呼吸は、仮死で出生した新生児の生存率を改善させることにおいて、自己膨張式バッグ、あるいはチューブ・マスクに比べて効果が少ない (LOE 3⁵²)。1 分間に 30 回の口対口人工呼吸の適用は、出生後 5 分間の心拍数増加という点において、自己膨張式バッグ・マスク人工呼吸と同等の効果がある (LOE 2⁵³)。口対チューブ人工呼吸は新生児に感染を引き起こす可能性がある (LOE 5⁵⁴)。2 件の研究 (LOE 5^{55, 56}) によれば、チューブ対マスク人工呼吸は容易に教えられ、十分な呼吸が供給できることが示されている。しかし、チューブ対マスク人工呼吸の使用はより困難であるとの報告もある (LOE 5⁵⁷、LOE 3⁵²)。

新生児の蘇生においては、バッグ・マスクが口対マスクあるいは口チューブ対マスクよりも望ましい。しかし、バッグやマスクなどの器具が利用できない場合には、その 2 つのどちらか一方を使用すべきである(Class I)。口対マスクおよび口チューブ対マスクは、出生時の新生児を換気することに関しては、バッグ・マスクに比べて安定したものではなく、より疲労が多く、また新生児と蘇生者への感染リスクの増大と関連する可能性もあるため、その適用時には 感染予防措置が講じられるべきである(Class I)。

■4 気管挿管中と気管挿管後のモニタリング

1. ガスモニタリング器具

1) 換気量の測定

換気量モニタリングの有無による蘇生後の新生児臨床アウトカムを比較した研究はない。早産動物モデルでは、出生後の初期蘇生中の1回換気量の違いが、その後の肺機能に影響したり、炎症を惹起したりする可能性が示されている。しかし、換気量の効果がPEEPの程度や使用の有無に影響される (LOE 5^{58, 59})。用いられる1回換気量がアウトカムに影響するかどうかは明らかではない。人体模型と動物における研究 (LOE 5^{60, 61}) では、用手人工呼吸では、術者は圧を持続して維持したり、一定の換気量を維持したりすることができないことが示唆されている。マスク位置やリークの程度に関しては、換気量モニタを使用することで改善するかもしれない (LOE 5⁶²)。

新生児蘇生中の人工呼吸は、過膨張を避け、肺を適切に拡張させることを目標とするべきである (Class I)。蘇生中に人工呼吸を受ける新生児において、日常的な換気量モニターの使用を推奨するためにはエビデンスは不十分である (Class IIb)。

2) 気管チューブ挿入位置確認のための呼気二酸化炭素 (CO₂) 検知器

3件の研究 (LOE 2⁶³⁻⁶⁵) では、呼気CO₂検知器は心拍のある新生児において、臨床的評価のみよりも、より早く、より確実に気管挿管を確認することができるが、心停止のさいに偽陰性判定が報告されている (LOE 4⁶⁶)。一方、モデル肺においては有効性が示されている (LOE 5⁶⁷)。比色式CO₂検知器がアドレナリン、サーファクタント、アトロピンで汚染された場合に、偽陽性がみられる可能性がある (LOE 5⁶⁸)。新生児の呼気CO₂検知方法を推奨するために比較できる知見はない。

呼気CO₂検知器を臨床的評価に加えることは、心拍のある新生児の気管チューブの位置を確かめるためのもっとも信頼できる方法として推奨される (Class I)。

3) 気管挿管されていない患者における換気評価のための比色式CO₂検知器

NICU (LOE 4⁶⁹) と分娩室 (LOE 4⁷⁰) での少数の早産児でのバッグ・マスク人工呼吸中の比色式CO₂検知器の使用が報告されており、気道閉塞を判定するために有用であるかもしれないが、バッグ・マスク人工呼吸中の呼気CO₂検知器の使用が臨床的評価よりも有用であるかどうかは明らかではない。バッグ・マスク人工呼吸中の比色式CO₂検知器の使用に起因するリスクは確認されていない。分娩室での人工呼吸中に呼気CO₂検知器を他のインターフェイス (鼻エアウェイ、LMA) と一緒に使用した研究報告はない。

分娩室における新生児のバッグ・マスク人工呼吸中の比色式CO₂検知器の日常的使用を推奨する十分なエビデンスはない (Class IIb)。

▲Knowledge gaps (今後の課題)

分娩室における新生児のバッグ・マスク人工呼吸中の比色式CO₂検知器の日常的使用に関す

る質の高い臨床研究が必要である。

■5 循環補助

1. 胸骨圧迫

1) 胸骨圧迫と人工呼吸の比率

心停止の仮死モデルによる動物実験 (LOE 5^{71, 72}) では、胸骨圧迫と人工呼吸を組み合わせると蘇生を受けた仔豚は、人工呼吸または胸骨圧迫のいずれかのみで蘇生を受けたものと比較して転帰がよかった。別の仔豚の動物実験 (LOE 5⁷³) では、胸骨圧迫が長引くと、とくに心筋や頭部血液循環に対して有害であることが示された。生理学的な数学モデルを用いた研究 (LOE 5⁷⁴) では、胸骨圧迫の回数と人工呼吸の回数の比が大きいと (胸骨圧迫の回数が多いと)、仮死児に対しては換気不全となるかもしれないと示唆されている。このモデルでは新生児に対しては、3~5回の胸骨圧迫に対して1回の人工呼吸がもっとも効果的ではないかと予測されている。人形を用いた複数の研究で、胸骨圧迫と人工呼吸の比は3:1の場合のほうが、より胸骨圧迫の割合の高い場合と比較して、1分間の人工呼吸回数が多いことが確認されている。しかし、とくに一人の術者が行っているときには、術者に身体的負担がかかると考えられている (LOE 5^{75, 76})。成人の人形を用いて2人の術者による蘇生に関する複数の研究 (LOE 5⁷⁷) では、胸骨圧迫:人工呼吸比が15:2よりも5:1のほうが胸骨圧迫の効率がよいことが示されていたが、1サイクル当たりの人工呼吸を失敗してしまう可能性があった (LOE 5⁷⁸)。小児の人形を使用し、口対口人工呼吸で1人の術者が行う蘇生の研究 (LOE 5⁷⁹) によると、15:2でも5:1でも1分間の人工呼吸回数は同等であるが、15:2のほうが1分間により多く胸骨圧迫ができることが示されている。しかし、看護学生2人を術者とした研究 (LOE 5⁸⁰) では、胸骨圧迫:人工呼吸比が5:1の場合が10:2や15:2よりも分時換気量と圧迫回数が多かった。医療従事者1人が術者となり、成人、小児、乳児の人形を使用したモデルで15:2と30:2を比較した結果、すべての人形で30:2の比率のほうがより多く胸骨圧迫を行うことができたが、胸骨圧迫の質には明らかな差は認められなかった (LOE 5⁸¹)。しかし、人工呼吸に関する効果は評価されていない。小児に対する1件の研究 (LOE 5⁸²) で、非心原性の場合には人工呼吸を併用したCPRのほうが、人工呼吸を行わないCPRよりも望ましいことが示されている。心原性あるいは主に仮死によって心停止した新生児、あるいは新生児モデルにおいて、胸骨圧迫と人工呼吸の望ましい比率に関するエビデンスはない。

2) 胸郭包み込み両母指圧迫法 (両母指法) と二本指圧迫法 (二本指法)

ブタモデル (LOE 5^{83, 84})、人形 (LOE 5^{81, 85})、小規模臨床研究 (LOE 4⁸⁵)、死体 (LOE 5⁸⁶) による RCT で得られたエビデンスでは、二本指圧迫法 (二本指法) よりも胸郭包み込み両母指圧迫法 (両母指法) のほうが望ましいとしている現行の方法が支持されている。両母指法のほうが高い血圧を得られ、確実な圧迫をより長時間維持することができ、術者にとってより容易で、より疲れない方法であると理解されている。人形を用いたさまざまな医療従事者あるいは非医療系職員による蘇生の研究で、上記2つの方法の間に胸骨圧迫や人工呼吸の回数に

関する違いはなかったが、両母指法のほうが胸骨圧迫が浅すぎると判断されることは有意に少なかった。新生児を対象としたある小規模臨床研究 (LOE 4⁸⁷) によると、両母指法と比較すると二本指法のほうがより収縮期血圧が高かったと診断されている。しかし、いずれの方法でも、冠動脈血流のより重要な規定因子である拡張期血圧は同程度で適切な値であった。

新生児の胸骨圧迫は、前述した理由により両母指法が第一選択である (Class IIa)。

3) 胸骨圧迫の部位と深さ

胸骨圧迫は、胸骨の中央部ではなく、胸骨の下 1/3 の部位を中心として行うべきである (LOE 5^{88, 89})。胸骨圧迫の深さは、胸郭の前後径の 1/3 が、それより深い圧迫よりも望ましい (LOE 5⁹⁰)。

ヒト、動物、人形、数学モデルの研究で、現在の胸骨圧迫と人工呼吸の比 3 : 1 を変更することを支持するエビデンスはない。胸骨圧迫と人工呼吸の質を望ましい形とし、可能な限り中断時間を少なくするような治療戦略を考慮してもよい (Class IIa)。

新生児仮死による心停止の回復にとって人工呼吸は重要であり、胸骨圧迫の比率を上げることは 1 分間の人工呼吸回数を減らすため、十分に注意して導入する必要がある。心停止が心原性であることがわかっているのであれば、胸骨圧迫と人工呼吸の比率をより高くすることを考慮してもよい (例 15 : 2) (Class IIa)。

圧迫部位は、胸骨の下 1/3 の部分を中心とし、胸郭の前後径の 1/3 が凹むように圧迫する。胸骨圧迫を行う場合は、適切な人工呼吸と組み合わせて行うべきである (Class I)。

▲Knowledge gaps (今後の課題)

蘇生者が 1 人の場合の胸骨圧迫の推奨方法に関しては今後の検討課題である。

2. 薬剤投与

1) アドレナリン

蘇生においてアドレナリン投与は普及したものの、適正な人工呼吸と胸部圧迫が行われてもなお心拍数が 60/分未満である新生児に対するアドレナリン投与に関して、気管内投与と静脈内投与とを直接比較した RCT は存在しない。

新生児の症例集積研究あるいは症例報告の限られたエビデンスによると、静脈路確保ができないときの 0.003~0.25mg/kg のアドレナリン気管内投与によって、心拍再開 (Return of Spontaneous Circulation: ROSC)、心拍数の増加がもたらされることが示されている (LOE 4^{91, 92})。しかし、これらの症例報告はアドレナリンの投与基準が曖昧なため、選択的、報告的バイアスがあると指摘されている。アドレナリン投与とその結果に対して厳格に定義された基準を用いた 1 編の症例報告からのエビデンスは、0.01 mg/kg の気管内アドレナリン投与は同じ量を静脈内投与したときよりも効果が少ないことを示している (LOE 4²)。これは新生児動物モデルから推定されるエビデンスとも一致している。すなわち、静脈内投与と同等のアドレナリン血中濃度、循環動態変化を達成するためには、気管内への高用量のアドレナリン投与 (0.05~0.1 mg/kg) が必要であることを示している (LOE 5^{93, 94})。成獣動物モデルから推定されるエビデンスは、気管内アドレナリン投与後のアドレナリン血中濃度は静脈内投与より明らかに低く (LOE 5^{95, 96})、ROSC を得るためには、0.05~0.1 mg/kg の範囲の気管内投与量

が必要である可能性を示している (LOE 5⁹⁷)。アドレナリンの気管内投与は静脈内投与よりも早く投与できるという意見もあるが、この仮説を評価した臨床研究は存在しない。2件の研究 (LOE 4^{91, 92}) は、アドレナリン気管内投与を気道確保と換気が確立する前に行い、不適切となった症例を報告している。入院中の小児心停止に関する1編の症例報告 (LOE 5⁹⁸) は、経気管的に最初のアドレナリンを投与された乳児に生存者が多く認められたと報告しているが、最初のアドレナリン投与のために必要な時間は規定されていない。

蘇生におけるアドレナリン投与の普及にもかかわらず、適正な人工呼吸と胸骨圧迫が行われても、なお心拍数が60/分未満である新生児に対する理想的なアドレナリン投与量を評価した臨床研究は存在しない。1歳未満の乳児を含む小児の研究から推定されるエビデンスは、0.03 mg/kg以上の静脈内アドレナリン投与は何の効果ももたらさないことを示している (LOE 5^{99, 100})。対照的に、ヒストリカルコントロールを用いた1編の小児症例報告 (LOE 5¹⁰¹) では、2回の標準アドレナリン投与 (0.01mg/kg) に対して反応しなかった小児に対して高用量のアドレナリン投与 (0.1mg/kg) を行い、ROSCにおいて著明な効果を認めたことが示されている。5件の成人臨床研究のメタアナリシス (LOE 5¹⁰²) から推定されるエビデンスは、高用量のアドレナリン静脈内投与はROSCを増やすかもしれないが、生存退院に関しては何の効果ももたらさないことを示している。小児のRCTの二次解析 (LOE 5⁹⁹) からのエビデンスは、高用量のアドレナリン静脈内投与 (0.1 mg/kg) を受けた小児は死亡率が増えることを示している。さらに、2件の仔動物モデル (LOE 5^{103, 104}) を用いたエビデンスは、0.1 mg/kgの静脈内アドレナリン投与は、ROSC後の死亡率を増やし、大脳皮質血流、心拍出量を減らすことを示唆している。

新生児の低酸素・高CO₂血症性心停止において標準量と高用量のアドレナリン気管内投与を比較した研究論文は存在せず、理想的なアドレナリンの気管内投与量は不明である。新生児の症例報告と動物モデルからのデータ (LOE 4^{2, 91}) は、静脈内投与と同等のアドレナリン血中濃度、循環動態変化を達成するためには、気管内投与では高用量のアドレナリン (0.05~0.1 mg/kg) を必要とすることを示している。

適正な人工呼吸と胸骨圧迫を行っても心拍数が60/分を超えなかった場合は、たとえ人間の新生児におけるエビデンスがなくても、アドレナリンを使用することは理にかなっている (Class IIa)。そして、アドレナリンが必要とされた場合は、0.01~0.03 mg/kgの投与量で、できるだけ早く経静脈的に投与されるべきである (Class I)。一方、適正な人工呼吸と胸骨圧迫を行っても心拍数が60/分を超えなかった場合で、かつ、静脈路の確保ができなかった場合、気管内へのアドレナリン投与は理にかなっている (Class IIa)。そして、アドレナリンが経気管的に投与される場合、0.01 mg/kgを静脈内投与したときと同等の効果を得るためには、より高用量 (0.05~0.1 mg/kg) の投与が必要となる (Class IIa)。高用量の静脈内投与は推奨されず、危険かもしれない (Class III)。

2) 循環血液増量剤

胸骨圧迫に対する反応不良を含む、出血による貧血とショックを呈する新生児に対する循環血液増量剤の使用を支持する症例報告 (LOE 4¹⁰⁵) がある。顔色不良と頻拍 (脈) の多くは、胸骨圧迫を行うことなく、循環血液増量剤のみで改善した。循環血液量の減少を疑う徴候がない場合、胸骨圧迫とアドレナリン投与に反応しない蘇生中の循環血液増量剤投与効果のエビデンスは限られており (LOE 4¹⁰⁶)、有害性を示唆する動物実験 (LOE 5^{107, 108}) もある。

出血を伴う新生児で蘇生に反応しない場合は、晶質液あるいは赤血球液による早期の循環

血液増量剤補充が適応となる (Class I)。循環血液量減少のない新生児で人工呼吸、胸骨圧迫、アドレナリンに対して反応しない場合に、ルーチンに循環血液増量剤を投与することを支持するエビデンスは十分ではない (Class III)。出血が潜在的に存在することもあるので、蘇生に反応しない児に対しては循環血液増量剤投与を試みてもよい (Class IIb)。

3) ナロキソン

オピオイドに曝露された出生時に無呼吸を認めた新生児に対する、ナロキソンと人工呼吸の介入を比較したエビデンスは存在しない。母体へのオピオイド投与にもかかわらず、分娩室において元気な新生児にとって、ナロキソンは肺胞換気、CO₂反応曲線などの換気パラメータを短期間改善させるが、これらの研究の臨床的妥当性には疑問の余地がある (LOE 4¹⁰⁹)。他のいくつかの研究は、積極的なナロキソン投与、プラセボ投与、あるいは、薬剤使用なし、にて治療された新生児の血液ガスpH、PCO₂、Apgarスコアの結果および神経学的転帰に違いは認められなかったと報告している (LOE 5¹¹⁰)。ナロキソン使用を精査した研究(LOE 4¹¹¹)によると、しばしば乱用されていることが証明されている。麻薬常用の母体から出生した児に投与されたナロキソンは痙攣を誘発していた (LOE 5¹¹²)。新生児におけるナロキソンの短期、長期使用の安全性についての懸念がある (LOE 5¹¹³)。ナロキソンは静脈内投与されたときに、筋肉内投与より効果的に吸収されるが、筋肉内投与と比較して半減期も短い。

ナロキソンは呼吸抑制を伴う新生児に対する分娩室での蘇生法としては推奨されない (Class III)。麻薬を投与された母体から出生した呼吸抑制を伴う新生児において臨床的に大切なことは、効果的な人工呼吸、気道確保を行うことである (Class I)。

4) 血管確保

多数の症例集積研究や症例報告によると、設備あるいは個人の技術的な問題により静脈路確保ができなかったか、あるいは他の血管確保法（とくに静脈）が数分以内に成功すると思えない状況の蘇生中の新生児に対しては、骨髄路により水分や薬剤の投与が成功したことが示されている (LOE 4^{114, 115})。

危篤状態の新生児蘇生のときに投与される水分と薬剤を供給する一時的な骨髄路は、静脈路を確保することが困難であると考えられる場合で、確実な骨髄路をとることのできるスタッフがいるときには、適応となるかもしれない (Class IIb)。

■6 体温の維持

在胎 28 週未満の新生児を、出生直後にポリエチレンのラップや袋で包むことで、熱の放散を抑えることを支持する明確なエビデンスがある (LOE 1^{116, 117})。その中には、NICU 入室時に高体温になっている児もいるが、出生前から高体温であったのか、初期治療や搬送の段階で加温されすぎたためなのかは、判断できないことがある。発熱性マットレスを使用することで、ポリエチレンで包まなくても、出生体重 1500g 未満の新生児の体温を正常範囲内に維持することができた (LOE 2¹¹⁸)。発熱性マットレスとポリエチレンの組み合わせは、低体温を

避けるためにはもっとも効果的な方法であるが、高体温の危険も増加する (LOE 3¹¹⁹)。在胎 28 週未満の新生児に対しては、分娩室の室温を最低でも 26°C に設定し、ポリエチレンのラップか袋を組み合わせることで、もっとも効果的に体温を維持することができた (LOE 4¹²⁰、LOE 3¹²¹)。

在胎 28 週未満で出生した新生児は、出生直後にポリエチレンのラップか袋で完全に首から下を包み、ラジアントウォーマの下で治療や蘇生を行うのが有用である (Class I)。児は入院して検温するまでは包んだままにしておくが、高体温は避けるべきである (Class I)。在胎 28 週未満の新生児では分娩室の室温は最低でも 26°C にするのが理にかなっている (Class II a)。

▲ Knowledge gaps (今後の課題)

出生直後にポリエチレンのラップか袋を用いる場合に、皮膚の乾燥を行うべきか否かに関するエビデンスはない。

■ 7 蘇生後の管理

1. 体温管理

1) 高体温

高体温の母親から生まれた新生児は、新生時期の呼吸障害、痙攣、脳性麻痺をきたす率が高く、死亡率も高いことが報告されている (LOE 4^{122, 123})。新生児の危険を増加させているのが熱そのものなのか、それとも他の原因なのかについてのエビデンスは存在しない。1 件の研究 (LOE 4¹²⁴) では、新生児の出生時の高体温は、生後 60 分以内に自然に解熱した。成獣動物の実験 (LOE 5¹²⁵) では、解熱薬を投与することで、高体温による中枢神経系への障害を減らすことができた。1 件の RCT (LOE 2¹²⁶) では、多量のステロイドによって母親の体温を下げることはできたが、新生児の無症候性の菌血症が増えた。

新生児の死亡率を下げるために、ルーチンで母親の体温を下げることを支持あるいは否定するエビデンスは十分ではない (Class II b)。しかし、母親の高体温によって新生児蘇生が必要となる可能性があることは、認識しておくべきである (Class I)。目標は正常体温に保つことであり、医原性的高体温は避けるべきである (Class I)。

2) 低体温療法

3 件の大規模 RCT (LOE 1¹²⁷⁻¹²⁹) と 2 件の小規模 RCT (LOE 1^{130, 131}) で、脳障害を起こす可能性の高い正期産児 (プロトコールで定義される) に対して、低体温療法 (33.5~34.5°C) を生後 6 時間以内に開始し、NICU での他の治療と合わせることで、18 か月後の死亡率と神経学的後遺症を有意に減らすことが示された。選択的頭部冷却法や全身冷却法はいずれも有効であることがわかっているが、両者を直接比較した研究はない。1 件の RCT (LOE 5¹³²) では、冷却方法が選択的頭部冷却法か全身冷却法かにかかわらず、転帰に大きな差はなかった。

正期産もしくは正期産に近い児で、中等症から重症の低酸素性虚血性脳症の新生児に対しては、低体温療法を考慮すべきである (Class I)。全身冷却法と選択的頭部冷却法は、いずれも適切な方法である。低体温療法は明確に定義されたプロトコールに則って、新生児集中治療と関連科による合同診療を行う能力のある施設で行うべきである (Class I)。治療に際しては、RCT で使われたプロトコール(すなわち、生後 6 時間以内に開始し、72 時間冷却し、少なくとも 4 時間はかけて復温する)に準ずるべきである (Class I)。冷却による副作用、とくに低血圧と血小板減少には注意する。低体温療法を受けた児は長期フォローアップが必要である (Class I)。

2. 血糖管理

低酸素性虚血後に低血糖である新生児は、転帰の悪化と関連しそうな特記すべき所見がない場合でも、脳損傷と後遺症の発生率が高い (LOE 4¹³³、LOE 3¹³⁴)。小児患者 (LOE 5¹³⁵) では低酸素性虚血後の血糖値上昇は有害でないようである。動物実験でも血糖値上昇が有害でない (LOE 5¹³⁶)、あるいは神経保護的に作用する可能性が示唆されている (LOE 5¹³⁷)。しかし、これに関する RCT はない。

新生児仮死による低酸素性虚血のリスクが高い児では蘇生後には血糖を測定し、低血糖が認められれば、ブドウ糖の静脈内投与を含むすみやかな対応を考慮すべきである (Class II a)。

▲Knowledge gaps (今後の課題)

明確な至適血糖値の範囲を特定するエビデンスは十分ではない。

3. 臍帯結紮のタイミング

合併症のない正期産児の出生では、児娩出後 1 分から臍帯拍動の停止までのいずれかの時期での臍帯結紮、あるいは最低 1 分以上の臍帯遅延結紮は有益である。遅延結紮された児は乳児期早期まで鉄貯蔵量が改善するが、光線療法を受けることが多い (LOE 1¹³⁸)。合併症のない早産児では、児娩出後最低 30 秒～3 分後の臍帯遅延結紮は有益である。早産児群で臍帯遅延結紮を施行された児は安定化を図っている時期の血圧が高い傾向にあり、脳室内出血の頻度が低く (LOE 1¹³⁹)、輸血頻度も低かった¹³⁹ が、光線療法を必要とすることが多かった (LOE 2¹³⁸)。活気のない児についての臍帯遅延結紮の危険性および有益性に関してはエビデンスが限られている^{140, 141}。

2010 CoSTR では蘇生を必要としない新生児では少なくとも 1 分以上の臍帯遅延結紮を推奨している。わが国では、経皮的に測定したビリルビン値が白人に比べて有意に高く (J-LOE 4¹⁴²)、黄疸が多い原因として、人種的にビリルビンウリジン 2 リン酸グルクロン酸転移酵素遺伝子変異の頻度が高い (J-LOE 3^{143, 144}) ことが報告されている。これらのことから臍帯遅延結紮を導入した場合、光線療法の頻度の増加とそれに伴う児の入院期間の延長が危惧されるなど、わが国において臍帯遅延結紮を支持あるいは否定するエビデンスは十分ではない (Class II b)。

▲Knowledge gaps（今後の課題）

わが国で臍帯遅延結紮の導入を検討する場合、日本人を対象とした質の高い臨床研究を行う必要がある。

■8 蘇生の差し控えまたは中止

1. 蘇生の差し控え

死亡や合併症率のリスクが高い新生児、あるいは生存限界の新生児に対する治療方針は、地域や医療資源の状況によって大きく異なる (LOE 4¹⁴⁵)。社会学研究では、重大な障害を負った新生児に対して、蘇生を開始し生命維持を続けるという決定に両親が大きな役割をもちたいと願っていることが示されている。このような児に対し積極的な治療をすることは是非に関する考え方は医療従事者間でばらつきが大きい (LOE 4^{146, 147})。いくつかのデータは、死亡や転帰不良の関連因子を特定するのに有用である (LOE 4^{148, 149})。高度な未熟性や奇形が、死亡や不良転帰の関連因子に含まれる可能性がある。生存限界にある児の治療と転帰は、在胎週数と出生体重などの要因に影響される可能性がある¹⁵⁰。蘇生を差し控えることと心肺補助を中止することは、倫理的には同義であるとされている¹⁵¹。

在胎期間、出生体重、先天奇形から早期死亡や受け入れがたい重篤な転帰がほぼ確実に予測されるときには、蘇生を差し控えるのは論理的である。その他の状況では、ほぼ常に蘇生を実施する。生存できるかどうかの境界で、比較的高い確率で重篤な後遺症が発生する可能性があり、児の負担が強い状況では、両親の蘇生への考え方が尊重されるべきである (Class I)。これらのガイドラインを適用し、両親とのコミュニケーションをとり、了承を得ながら治療計画を進めるために、産科と新生児科からの一貫した協調的アプローチがなされるべきである (Class I)。一度蘇生を始めた例でも、その後の判断で心肺補助を中止し緩和ケアへ移行するのは妥当と思われる (Class IIb)。

2. 蘇生の中止

比較的少数の新生児の報告 (LOE 4^{152, 153}) によると、出生直後から 10 分経過しても心拍がない児は、死亡するか、高度な神経学的後遺症が残る可能性が高い。多くのこの種の研究には重大な選択バイアスがあるか、または実際これらに含まれる児が“質のよい蘇生”を受けたのかは不明である。新生児の ROSC 後低体温療法に関する最近の RCT (LOE 4¹⁵⁴) では、出生後に心拍が感知されない児で、生後 10 分経っても循環回復がない少数の生存者の中にも、重大な神経学的後遺症なしに生存する事例があることを示しているが、これを一般化するためのエビデンスは十分ではない。

生後 10 分間一度も心拍を感知し得なかった新生児は、そこで蘇生中止を考慮してもよい (Class IIb)。児が 10 分以上にわたって心拍数が 0 のときに、蘇生努力を継続するという決定は、心停止の考えられる原因、在胎期間、状況の可逆性、予想される転帰に対する両親の考え方などを考慮してなされるべきである (Class I)。

7 件の研究 (LOE 5^{154, 155}) からは、心拍数が 0 以上で 60/分未満の時間がどのくらい経過した

時点で蘇生を中止するかに関するエビデンスは十分ではない。

出生時の心拍数が60/分未満で、分娩時に持続的で適切な蘇生努力がなされた後、徐脈(拍)が10~15分間持続する場合に、治療を差し控えるか、そのまま蘇生を継続するかの決定に関するエビデンスは十分ではない (Class IIb)。

3. 予定帝王切開での人員の必要性

後ろ向き研究 (LOE4^{156, 157}) によれば、区域麻酔下の正期産帝王切開では正常経膈分娩に比較して、新生児蘇生でバッグ・マスク換気を受けるリスクが、やや高い。他の後ろ向き研究 (LOE 4^{158, 159}) では、区域麻酔下の正期産帝王切開による出生は、新生児蘇生の間、気管挿管の必要性のリスクは正常経膈分娩に比較して増加しなかった。在胎34~36週の出生児でのこの疑問に関する根拠はない。

リスクのない児が正期産で区域麻酔下に帝王切開で娩出される場合は、バッグ・マスク換気ができる人が立ち会うべきである (Class I) が、新生児への気管挿管ができる必要はない (Class IIb)。

■9 蘇生教育

1. シミュレーション

学習方法、関連するさまざまな結果の判定、適切な計測ツールとしてのシミュレーションに関する統一された定義はない。従来の教育方法の補助としてのシミュレーションの利用は、実際の臨床現場 (LOE 1¹⁶⁰、LOE 3¹⁶¹) や蘇生シミュレーション (LOE 1¹⁶²、LOE 2¹⁶³) において、医療専門職のパフォーマンスを向上させる可能性がある。いくつかの研究では、臨床現場 (LOE 1¹⁶⁴) もしくは他の評価手段を用いた場合 (LOE 1¹⁶⁵)、従来の標準的なトレーニングとシミュレーション・トレーニングとの間に何らパフォーマンスの差を示さなかった。また、従来の方法と比較して、シミュレーション・トレーニングが劣った結果を報告した研究はない。

シミュレーションは蘇生教育の方法として利用されるべきであるが、もっとも効果的な介入や評価方法は依然として明らかにされていない (Class IIb)。

2. ブリーフィングとデブリーフィング

ブリーフィングとデブリーフィングに関する1件のRCT (LOE 1¹⁶⁶) と17件の他の研究 (LOE 3~4) は、効果的かつ安全な蘇生に必要な知識、技能、態度の習得における改善を報告している。1件の研究 (LOE 4¹⁶⁷) だけは行動に関して、ブリーフィングとデブリーフィングの効果がなかったと報告しているが、ブリーフィングとデブリーフィングの利用によるネガティブな効果を示した研究はない。

模擬患者をケアするときや臨床現場の中での学習行動において、ブリーフィングとデブリーフィングの利用を推奨することは妥当である (Class IIb)。

■10 低所得国における新生児蘇生

1. 新生児蘇生の訓練

インドでの1件の研究 (LOE 3¹⁶⁸)とザンビアでの1件の研究 (LOE 3¹⁶⁹)では、助産師と伝統的分娩介助者(Traditional Birth Attendant : TBA)に対する各々の新生児ケア訓練に新生児蘇生訓練を組み込むと、新生児死亡率は改善した。アルゼンチン、コンゴ共和国、ガテマラ、パキスタンそしてザンビアでの1件の研究 (LOE 2¹⁷⁰)とインドの14施設での1件の研究 (LOE 3¹⁷¹)では、新生児蘇生において病院医師と看護師を訓練しても同様に死亡率は改善しなかった。ケニアでの1件の研究 (LOE 3¹⁷²)では、医療従事者は修正版の英国蘇生協議会(UK)新生児蘇生1日コースを受講後、実技パフォーマンスが改善した。ザンビアでの1件の研究 (LOE 3¹⁷⁰)では、アメリカ小児科学会およびアメリカ心臓協会による新生児蘇生プログラム (Neonatal Resuscitation Program : NRP) で訓練された助産師は、その6か月後に実技技能を維持していたが、知識は訓練前のレベルに低下していた。

低所得国での新生児蘇生のための救急医療訓練プログラムを考慮すべきエビデンスはある(Class IIa)。

■11 作成の経過

日本周産期・新生児医学会の新生児蘇生法普及事業小委員会では、日本蘇生協議会 (JRC) と日本救急医療財団の日本版救急蘇生ガイドライン作成合同委員会作業部会への参加要請を受けて、2010 CoSTRに基づく日本版新生児蘇生法ガイドライン改訂のためにアドホック委員会を立ち上げた (コンセンサス二十準備会議)。本章の作成では、わが国の関係者に広く意見を聴取する過程を経ずに、わが国の新生児蘇生法ガイドラインを決めるということになるため、コンセンサス二十準備会議*では、ウェブサイトで公開されていた (<http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3058489>) 72のWorksheetの要約を翻訳して、日本周産期・新生児医学会ホームページ (<http://www.jspnm.com/>) 上で2010年5月17日から公開して、学会員の意見聴取を行った。ILCOR本部より JRCに2010 CoSTRの最終案が守秘義務契約のもとに送付された後は、誤解を避けるためにこのWorksheet 翻訳文は6月8日に削除した。

2005 CoSTRに基づく日本版新生児蘇生法ガイドラインは日本小児科学会推薦の委員のみで作成されたが、わが国では約半数の分娩が小児科医の勤務していない分娩施設で行われていることから、今回は日本産婦人科学会 (吉村泰典理事長) 推薦の委員を含めて作業を遂行した。

欧米との分娩体制の違いや日本人で黄疸の発症率が高いなどの理由から2010 CoSTRで推奨されている方法でもその一部はわが国で推奨することはできない、もしくは推奨クラスを下げざるを得なかった。これらの部分については今後わが国での質の高い臨床研究でその安全性と有効性を確認した後に改めて推奨の適否と推奨クラスを決定するべきであると考えている。こうした点は“ Knowledge gaps (今後の課題)”として各項目の最後に記述してある。

第4章 新生児の蘇生 (NCPR)

<注>

*日本周産期・新生児医学会コンセンサス二十十準備会議メンバー

田村 正徳、海野 信也、加部 一彦、茨 聡、木下 洋、大浦 訓章、久保 実、隅 清彰、和田 和子、國方 徹也、中村 友彦、奥 起久子、桜井 淑男、中西 秀彦、杉浦 崇浩、大石 彰、野村 雅子、鬼沢 典朗、毛利 多恵子、杉浦 正俊、草川 功、細野 茂春、石川 源、正岡 直樹、関 博之、和田 雅樹、山口文佳、五石 圭司、西田 俊彦、側島 久典、滝 敦子、中野 玲二、武内 俊樹、廣間武彦、諫山 哲哉(顧問)、森 臨太郎(顧問)

日本蘇生協議会・日本救急医療財団合同ガイドライン作成作業部会 NEO

共同座長：田村 正徳、和田 雅樹 (日本小児科学会推薦委員)

日本周産期・新生児医学会 NCPR 改訂準備部会

草川 功(委員長)、細野 茂春(副委員長)、森 臨太郎(顧問)、和田 雅樹、側島 久典、西田 俊彦、滝 敦子、中野 玲二、杉浦 崇浩、武内 俊樹、五石 圭司、石川 源、正岡 直樹、関 博之 (日本産婦人科学会推薦委員)

●利益相反 (conflict of interest ; COI) リスト

■共同議長	
岡田 和夫	なし
丸川征四郎	厚労 H21- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、厚労 H22- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」
■編集委員	
太田 邦雄	厚労 H22- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」 文科基盤研究 C 「小児救急医療におけるシミュレーション教育の効果検証と遠隔教育への応用」
坂本 哲也	厚労 H19-心筋-一般-001「心肺停止患者に対する心肺補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関する多施設共同研究」、厚労 H20-医療-一般-009「救急医療体制の推進に関する研究」、厚労 H21- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、H21-特別-指定-007 「救急患者の搬送・受入実態と救急医療体制の評価に関する研究」、厚労 H19-トランス-一般-005 「咽頭冷却による選択的脳冷却法の臨床応用を目的とした研究」、講演料：東日本旅客鉄道、原稿料：へるす出版、大日本住友製薬、報酬：日本救急医療財団
清水 直樹	厚労 H22- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、黒澤, 日本集中治療医学会雑誌:2010;173-17. 黒澤, 日本集中治療医学会雑誌:2009;27-31. 武弁健吉, 日本救急医学会雑誌:2008;201-207, .

- 野々木 宏 厚労 H19-心筋-一般-003「急性心筋梗塞症と脳卒中に対する超急性期診療体制の構築に関する研究」、循環器病委託研究費 19 公-4 「循環器急性期医療におけるモバイル・テレメディシン実用化とその評価」、厚労 H22-心筋-一般-002「急性心筋梗塞に対する病院前救護や遠隔医療等を含めた超急性期診療体制の構築に関する研究」、循環器病研究開発費 22-4-6「循環器急性期診療体制構築と評価に関する研究」、Nishiyama, Resuscitation:2009;1164-8. Iwami, Circulation:2007;2900-7. Iwami, Circulation:2009;728-34.
- 畑中 哲生 厚労 H21-心筋-一般-001「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、厚労 H22-心筋-一般-001「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、厚労 H22-特別-指定-001「救急救命士の処置範囲に係る実証研究のための基盤的研究」

■NCPR 作業部会共同座長

- 田村 正徳 厚労 H20-子ども-一般-001「重症新生児に対する療養・療育環境の拡充に関する総合研究」、厚労 H19-子供-一般-005「周産期母子医療センターネットワークによる医療の質の評価とフォローアップ・介入による改善・向上に関する研究」、厚労 20 公-2「母子保健分野における国際協力の効果的方法に関する研究」、厚労 H18-小児-一般-001「超低出生体重児の慢性肺疾患発症予防のためのフルチカゾン吸入に関する臨床研究」、厚労 H20-子ども-一般-001「重症新生児に対する療養・療育環境の拡充に関する総合研究」、厚労 H22-次世代-一般-006「重症新生児のアウトカム改善に関する多施設共同研究」、川野正登第 21 回研究助成金「未熟児新生児領域における中枢神経系合併症回避に向けた新たな循環管理法の確立」
- 和田 雅樹 なし

■NCPR 作業部会委員

- 石川 源 なし
- 草川 功 なし
- 五石 圭司 なし
- 杉浦 崇浩 なし
- 側島 久典 なし
- 滝 敦子 なし
- 武内 俊樹 寄付講座（東京都）：「地域小児医療調査研究講座」
- 中野 玲二 なし
- 西田 俊彦 寄付講座（茨城県）：「小児・周産期地域医療学講座」
- 細野 茂春 研究助成：川野小児医学奨学財団「終末呼吸炭酸ガス検出器による新生児蘇生時の挿管チューブ位置確認法確立に関する研究」、Hosono, Pediatr Int:2009;79-83. Hosono, Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed:2009;F328-31. Hosono, Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed:2008;F14-9
- 正岡 直樹 なし
- 森 臨太郎 なし

※厚労：厚生労働科学研究費補助金、文科：文部科学省科学研究費補助金

●文 献

1. Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. Associated clinical events. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1995;149:20-25
2. Barber CA, Wyckoff MH. Use and efficacy of endotracheal versus intravenous epinephrine during neonatal cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. *Pediatrics.* 2006;118:1028-1034
3. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 7: Neonatal resuscitation. *Resuscitation.* 2005;67:293-303
4. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 7: Neonatal Resuscitation. *Circulation.* 2005;112:III-91-99
5. Dawes GS. Foetal and Neonatal Physiology. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1968:149.
6. Owen CJ, Wyllie JP. Determination of heart rate in the baby at birth. *Resuscitation.* 2004;60:213-217
7. Kamlin CO, Dawson JA, O'Donnell CP, Morley CJ, Donath SM, Sekhon J, Davis PG. Accuracy of pulse oximetry measurement of heart rate of newborn infants in the delivery room. *J Pediatr.* 2008;152:756-760
8. Dawson JA, Kamlin CO, Wong C, te Pas AB, O'Donnell CP, Donath SM, Davis PG, Morley CJ. Oxygen saturation and heart rate during delivery room resuscitation of infants <30 weeks' gestation with air or 100% oxygen. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2009;94:F87-91
9. Altuncu E, Ozek E, Bilgen H, Topuzoglu A, Kavuncuoglu S. Percentiles of oxygen saturations in healthy term newborns in the first minutes of life. *Eur J Pediatr.* 2008;167:687-688
10. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Obtaining pulse oximetry data in neonates: a randomised crossover study of sensor application techniques. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2005;90:F84-85
11. Wang CL, Anderson C, Leone TA, Rich W, Govindaswami B, Finer NN. Resuscitation of preterm neonates by using room air or 100% oxygen. *Pediatrics.* 2008;121:1083-1089
12. Vento M, Asensi M, Sastre J, Garcia-Sala F, Pallardo FV, Vina J. Resuscitation with room air instead of 100% oxygen prevents oxidative stress in moderately asphyxiated term neonates. *Pediatrics.* 2001;107:642-647
13. Saugstad OD, Rootwelt T, Aalen O. Resuscitation of asphyxiated newborn infants with room air or oxygen: an international controlled trial: the Resair 2 study. *Pediatrics.* 1998;102:e1
14. Davis PG, Tan A, O'Donnell CP, Schulze A. Resuscitation of newborn infants with 100% oxygen or air: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2004;364:1329-1333
15. Rabi Y, Rabi D, Yee W. Room air resuscitation of the depressed newborn: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* 2007;72:353-363
16. Lakshminrusimha S, Russell JA, Steinhorn RH, Swartz DD, Ryan RM, Gugino SF, Wynn KA, Kumar VH, Mathew B, Kirmani K, Morin FC, 3rd. Pulmonary hemodynamics in neonatal lambs resuscitated with 21%, 50%, and 100% oxygen. *Pediatr Res.* 2007;62:313-318
17. Solberg R, Andresen JH, Escrig R, Vento M, Saugstad OD. Resuscitation of hypoxic newborn piglets with oxygen induces a dose-dependent increase in markers of oxidation. *Pediatr Res.* 2007;62:559-563
18. Solas AB, Kutzsche S, Vinje M, Saugstad OD. Cerebral hypoxemia-ischemia and reoxygenation with 21% or 100% oxygen in newborn piglets: effects on extracellular levels of excitatory amino acids and microcirculation. *Pediatr Crit Care Med.* 2001;2:340-345
19. Presti AL, Kishkurno SV, Slinko SK, Randis TM, Ratner VI, Polin RA, Ten VS. Reoxygenation with 100% oxygen versus room air: late neuroanatomical and neurofunctional outcome in neonatal mice with hypoxic-ischemic brain injury. *Pediatr Res.* 2006;60:55-59

20. Escrig R, Arruza L, Izquierdo I, Villar G, Saenz P, Gimeno A, Moro M, Vento M. Achievement of targeted saturation values in extremely low gestational age neonates resuscitated with low or high oxygen concentrations: a prospective, randomized trial. *Pediatrics*. 2008;121:875-881
21. Gungor S, Kurt E, Teksoz E, Goktolga U, Ceyhan T, Baser I. Oronasopharyngeal suction versus no suction in normal and term infants delivered by elective cesarean section: a prospective randomized controlled trial. *Gynecol Obstet Invest*. 2006;61:9-14
22. Waltman PA, Brewer JM, Rogers BP, May WL. Building evidence for practice: a pilot study of newborn bulb suctioning at birth. *J Midwifery Womens Health*. 2004;49:32-38
23. Simbruner G, Coradello H, Fodor M, Havelec L, Lubec G, Pollak A. Effect of tracheal suction on oxygenation, circulation, and lung mechanics in newborn infants. *Arch Dis Child*. 1981;56:326-330
24. Usta IM, Mercer BM, Sibai BM. Risk factors for meconium aspiration syndrome. *Obstet Gynecol*. 1995;86:230-234
25. Rossi EM, Philipson EH, Williams TG, Kalhan SC. Meconium aspiration syndrome: intrapartum and neonatal attributes. *Am J Obstet Gynecol*. 1989;161:1106-1110
26. Al Takroni AM, Parvathi CK, Mendis KB, Hassan S, Reddy I, Kudair HA. Selective tracheal suctioning to prevent meconium aspiration syndrome. *Int J Gynaecol Obstet*. 1998;63:259-263
27. Gupta V, Bhatia BD, Mishra OP. Meconium stained amniotic fluid: antenatal, intrapartum and neonatal attributes. *Indian Pediatr*. 1996;33:293-297
28. Vyas H, Milner AD, Hopkin IE, Boon AW. Physiologic responses to prolonged and slow-rise inflation in the resuscitation of the asphyxiated newborn infant. *J Pediatr*. 1981;99:635-639
29. te Pas AB, Walther FJ. A randomized, controlled trial of delivery-room respiratory management in very preterm infants. *Pediatrics*. 2007;120:322-329
30. Lindner W, Hogel J, Pohlandt F. Sustained pressure-controlled inflation or intermittent mandatory ventilation in preterm infants in the delivery room? A randomized, controlled trial on initial respiratory support via nasopharyngeal tube. *Acta Paediatr*. 2005;94:303-309
31. Harling AE, Beresford MW, Vince GS, Bates M, Yoxall CW. Does sustained lung inflation at resuscitation reduce lung injury in the preterm infant? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2005;90:F406-410
32. Boon AW, Milner AD, Hopkin IE. Lung expansion, tidal exchange, and formation of the functional residual capacity during resuscitation of asphyxiated neonates. *J Pediatr*. 1979;95:1031-1036
33. Lindner W, Vossbeck S, Hummler H, Pohlandt F. Delivery room management of extremely low birth weight infants: spontaneous breathing or intubation? *Pediatrics*. 1999;103:961-967
34. Upton CJ, Milner AD. Endotracheal resuscitation of neonates using a rebreathing bag. *Arch Dis Child*. 1991;66:39-42
35. Finer NN, Carlo WA, Duara S, Fanaroff AA, Donovan EF, Wright LL, Kandefer S, Poole WK. Delivery room continuous positive airway pressure/positive end-expiratory pressure in extremely low birth weight infants: a feasibility trial. *Pediatrics*. 2004;114:651-657
36. Siew ML, Te Pas AB, Wallace MJ, Kitchen MJ, Lewis RA, Fouras A, Morley CJ, Davis PG, Yagi N, Uesugi K, Hooper SB. Positive end-expiratory pressure enhances development of a functional residual capacity in preterm rabbits ventilated from birth. *J Appl Physiol*. 2009;106:1487-1493
37. te Pas AB, Siew M, Wallace MJ, Kitchen MJ, Fouras A, Lewis RA, Yagi N, Uesugi K, Donath S, Davis PG, Morley CJ, Hooper SB. Establishing functional residual capacity at birth: the effect of sustained inflation and positive end-expiratory pressure in a preterm rabbit model. *Pediatr Res*. 2009;65:537-541
38. Polglase GR, Hooper SB, Gill AW, Allison BJ, McLean CJ, Nitsos I, Pillow JJ, Kluckow M. Cardiovascular and

第4章 新生児の蘇生 (NCPR)

- pulmonary consequences of airway recruitment in preterm lambs. *J Appl Physiol*. 2009;106:1347-1355
39. Probyn ME, Hooper SB, Dargaville PA, McCallion N, Crossley K, Harding R, Morley CJ. Positive end expiratory pressure during resuscitation of premature lambs rapidly improves blood gases without adversely affecting arterial pressure. *Pediatr Res*. 2004;56:198-204
 40. Morley CJ, Davis PG, Doyle LW, Brion LP, Hascoet JM, Carlin JB. Nasal CPAP or intubation at birth for very preterm infants. *N Engl J Med*. 2008;358:700-708
 41. Oddie S, Wyllie J, Scally A. Use of self-inflating bags for neonatal resuscitation. *Resuscitation*. 2005;67:109-112
 42. Hussey SG, Ryan CA, Murphy BP. Comparison of three manual ventilation devices using an intubated mannequin. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2004;89:F490-493
 43. Finer NN, Rich W, Craft A, Henderson C. Comparison of methods of bag and mask ventilation for neonatal resuscitation. *Resuscitation*. 2001;49:299-305
 44. Bennett S, Finer NN, Rich W, Vaucher Y. A comparison of three neonatal resuscitation devices. *Resuscitation*. 2005;67:113-118
 45. Singh R. Controlled trial to evaluate the use of LMA for neonatal resuscitation. *J Anaesth Clin Pharmacol*. 2005;21:303-306
 46. Trevisanuto D, Micaglio M, Pitton M, Magarotto M, Piva D, Zanardo V. Laryngeal mask airway: is the management of neonates requiring positive pressure ventilation at birth changing? *Resuscitation*. 2004;62:151-157
 47. Esmail N, Saleh M, et al. Laryngeal mask airway versus endotracheal intubation for Apgar score improvement in neonatal resuscitation. *Egyptian Journal of Anesthesiology*. 2002;18:115-121
 48. Zanardo V, Simbi AK, Savio V, Micaglio M, Trevisanuto D. Neonatal resuscitation by laryngeal mask airway after elective cesarean section. *Fetal Diagn Ther*. 2004;19:228-231
 49. Palme C, Nystrom B, Tunell R. An evaluation of the efficiency of face masks in the resuscitation of newborn infants. *Lancet*. 1985;1:207-210
 50. O'Donnell CP, Davis PG, Lau R, Dargaville PA, Doyle LW, Morley CJ. Neonatal resuscitation 2: an evaluation of manual ventilation devices and face masks. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2005;90:F392-396
 51. Capasso L, Capasso A, Raimondi F, Vendemmia M, Araimo G, Paludetto R. A randomized trial comparing oxygen delivery on intermittent positive pressure with nasal cannulae versus facial mask in neonatal primary resuscitation. *Acta Paediatr*. 2005;94:197-200
 52. Bang AT, Bang RA, Baitule SB, Reddy HM, Deshmukh MD. Management of birth asphyxia in home deliveries in rural Gadchiroli: the effect of two types of birth attendants and of resuscitating with mouth-to-mouth, tube-mask or bag-mask. *J Perinatol*. 2005;25 Suppl 1:S82-91
 53. Massawe A, Kilewo C, Irani S, Verma RJ, Chakrapam AB, Ribbe T, Tunell R, Fischler B. Assessment of mouth-to-mask ventilation in resuscitation of asphyxic newborn babies. A pilot study. *Trop Med Int Health*. 1996;1:865-873
 54. Roberts RB, Day RL. Mouth-to-tube resuscitation of the neonate. II. The transmission of bacteria through endotracheal tubes and its prevention. *Anesth Analg*. 1973;52:242-245
 55. Milner AD, Stokes GM, Tunell R, McKeough M, Martin H. Laboratory assessment of Laerdal mouth tube mask prototype resuscitation device. *Med Biol Eng Comput*. 1992;30:117-119
 56. Terndrup TE, Kanter RK, Cherry RA. A comparison of infant ventilation methods performed by prehospital personnel. *Ann Emerg Med*. 1989;18:607-611
 57. Coffey PS, Kelly K, Tsu V. Preferences and practices: use of neonatal resuscitation devices in low-resource settings. *J Trop Pediatr*. 2007;53:415-419

58. Polglase GR, Hillman NH, Pillow JJ, Cheah FC, Nitsos I, Moss TJ, Kramer BW, Ikegami M, Kallapur SG, Jobe AH. Positive end-expiratory pressure and tidal volume during initial ventilation of preterm lambs. *Pediatr Res.* 2008;64:517-522
59. Probyn ME, Hooper SB, Dargaville PA, McCallion N, Harding R, Morley CJ. Effects of tidal volume and positive end-expiratory pressure during resuscitation of very premature lambs. *Acta Paediatr.* 2005;94:1764-1770
60. Kattwinkel J, Stewart C, Walsh B, Gurka M, Paget-Brown A. Responding to compliance changes in a lung model during manual ventilation: perhaps volume, rather than pressure, should be displayed. *Pediatrics.* 2009;123:e465-470
61. Resende JG, Zaconeta CA, Ferreira AC, Silva CA, Rodrigues MP, Rebello CM, Tavares P. Evaluation of peak inspiratory pressure, tidal volume and respiratory rate during ventilation of premature lambs using a self-inflating bag. *J Pediatr (Rio J).* 2006;82:279-283
62. Wood FE, Morley CJ, Dawson JA, Kamlin CO, Owen LS, Donath S, Davis PG. Improved techniques reduce face mask leak during simulated neonatal resuscitation: study 2. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2008;93:F230-234
63. Hosono S, Inami I, Fujita H, Minato M, Takahashi S, Mugishima H. A role of end-tidal CO(2) monitoring for assessment of tracheal intubations in very low birth weight infants during neonatal resuscitation at birth. *J Perinat Med.* 2009;37:79-84
64. Repetto JE, Donohue P-CP, Baker SF, Kelly L, Noguee LM. Use of capnography in the delivery room for assessment of endotracheal tube placement. *J Perinatol.* 2001;21:284-287
65. Roberts WA, Maniscalco WM, Cohen AR, Litman RS, Chhibber A. The use of capnography for recognition of esophageal intubation in the neonatal intensive care unit. *Pediatr Pulmonol.* 1995;19:262-268
66. Aziz HF, Martin JB, Moore JJ. The pediatric disposable end-tidal carbon dioxide detector role in endotracheal intubation in newborns. *J Perinatol.* 1999;19:110-113
67. Garey DM, Ward R, Rich W, Heldt G, Leone T, Finer NN. Tidal volume threshold for colorimetric carbon dioxide detectors available for use in neonates. *Pediatrics.* 2008;121:e1524-1527
68. Hughes SM, Blake BL, Woods SL, Lehmann CU. False-positive results on colorimetric carbon dioxide analysis in neonatal resuscitation: potential for serious patient harm. *J Perinatol.* 2007;27:800-801
69. Leone TA, Lange A, Rich W, Finer NN. Disposable colorimetric carbon dioxide detector use as an indicator of a patent airway during noninvasive mask ventilation. *Pediatrics.* 2006;118:e202-204
70. Finer NN, Rich W, Wang C, Leone T. Airway obstruction during mask ventilation of very low birth weight infants during neonatal resuscitation. *Pediatrics.* 2009;123:865-869
71. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Babar I, Ewy GA. Simulated mouth-to-mouth ventilation and chest compressions (bystander cardiopulmonary resuscitation) improves outcome in a swine model of prehospital pediatric asphyxial cardiac arrest. *Crit Care Med.* 1999;27:1893-1899
72. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Ewy GA. "Bystander" chest compressions and assisted ventilation independently improve outcome from piglet asphyxial pulseless "cardiac arrest". *Circulation.* 2000;101:1743-1748
73. Dean JM, Koehler RC, Schleien CL, Atchison D, Gervais H, Berkowitz I, Traystman RJ. Improved blood flow during prolonged cardiopulmonary resuscitation with 30% duty cycle in infant pigs. *Circulation.* 1991;84:896-904
74. Babbs CF, Nadkarni V. Optimizing chest compression to rescue ventilation ratios during one-rescuer CPR by professionals and lay persons: children are not just little adults. *Resuscitation.* 2004;61:173-181
75. Srikantan SK, Berg RA, Cox T, Tice L, Nadkarni VM. Effect of one-rescuer compression/ventilation ratios on cardiopulmonary resuscitation in infant, pediatric, and adult manikins. *Pediatr Crit Care Med.* 2005;6:293-297
76. Whyte SD, Sinha AK, Wyllie JP. Neonatal resuscitation—a practical assessment. *Resuscitation.* 1999;40:21-25

第4章 新生児の蘇生 (NCPR)

77. Greingor JL. Quality of cardiac massage with ratio compression-ventilation 5/1 and 15/2. *Resuscitation*. 2002;55:263-267
78. Wik L, Steen PA. The ventilation/compression ratio influences the effectiveness of two rescuer advanced cardiac life support on a manikin. *Resuscitation*. 1996;31:113-119
79. Dorph E, Wik L, Steen PA. Effectiveness of ventilation-compression ratios 1:5 and 2:15 in simulated single rescuer paediatric resuscitation. *Resuscitation*. 2002;54:259-264
80. Kinney SB, Tibballs J. An analysis of the efficacy of bag-valve-mask ventilation and chest compression during different compression-ventilation ratios in manikin-simulated paediatric resuscitation. *Resuscitation*. 2000;43:115-120
81. Haque IU, Udassi JP, Udassi S, Theriaque DW, Shuster JJ, Zaritsky AL. Chest compression quality and rescuer fatigue with increased compression to ventilation ratio during single rescuer pediatric CPR. *Resuscitation*. 2008;79:82-89
82. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni VM, Berg RA, Hiraide A. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet*. 2010;375:1347-1354
83. Hourri PK, Frank LR, Menegazzi JJ, Taylor R. A randomized, controlled trial of two-thumb vs two-finger chest compression in a swine infant model of cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care*. 1997;1:65-67
84. Menegazzi JJ, Auble TE, Nicklas KA, Hosack GM, Rack L, Goode JS. Two-thumb versus two-finger chest compression during CRP in a swine infant model of cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 1993;22:240-243
85. David R. Closed chest cardiac massage in the newborn infant. *Pediatrics*. 1988;81:552-554
86. Thaler MM, Stobie GH. An Improved Technic of External Cardiac Compression in Infants and Young Children. *N Engl J Med*. 1963;269:606-610
87. Moya F, James LS, Burnard ED, Hanks EC. Cardiac massage in the newborn infant through the intact chest. *Am J Obstet Gynecol*. 1962;84:798-803
88. Orłowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. *Ann Emerg Med*. 1986;15:667-673
89. Phillips GW, Zideman DA. Relation of infant heart to sternum: its significance in cardiopulmonary resuscitation. *Lancet*. 1986;1:1024-1025
90. Braga MS, Dominguez TE, Pollock AN, Niles D, Meyer A, Myklebust H, Nysaether J, Nadkarni V. Estimation of optimal CPR chest compression depth in children by using computer tomography. *Pediatrics*. 2009;124:e69-74
91. Jankov RP, Asztalos EV, Skidmore MB. Favourable neurological outcomes following delivery room cardiopulmonary resuscitation of infants \leq 750 g at birth. *J Paediatr Child Health*. 2000;36:19-22
92. O'Donnell AI, Gray PH, Rogers YM. Mortality and neurodevelopmental outcome for infants receiving adrenaline in neonatal resuscitation. *J Paediatr Child Health*. 1998;34:551-556
93. Crespo SG, Schoffstall JM, Fuhs LR, Spivey WH. Comparison of two doses of endotracheal epinephrine in a cardiac arrest model. *Ann Emerg Med*. 1991;20:230-234
94. Jasani MS, Nadkarni VM, Finkelstein MS, Mandell GA, Salzman SK, Norman ME. Effects of different techniques of endotracheal epinephrine administration in pediatric porcine hypoxic-hypercarbic cardiopulmonary arrest. *Crit Care Med*. 1994;22:1174-1180
95. Mielke LL, Frank C, Lanzinger MJ, Wilhelm MG, Entholzner EK, Hargasser SR, Hipp RF. Plasma catecholamine levels following tracheal and intravenous epinephrine administration in swine. *Resuscitation*. 1998;36:187-192
96. Roberts JR, Greenberg MI, Knaub MA, Kendrick ZV, Baskin SI. Blood levels following intravenous and endotracheal

- epinephrine administration. *JACEP*. 1979;8:53-56
97. Hornchen U, Schuttler J, Stoeckel H, Eichelkraut W, Hahn N. Endobronchial instillation of epinephrine during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 1987;15:1037-1039
 98. Guay J, Lortie L. An evaluation of pediatric in-hospital advanced life support interventions using the pediatric Utstein guidelines: a review of 203 cardiorespiratory arrests. *Can J Anaesth*. 2004;51:373-378
 99. Perondi MB, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;350:1722-1730
 100. Patterson MD, Boenning DA, Klein BL, Fuchs S, Smith KM, Hegenbarth MA, Carlson DW, Krug SE, Harris EM. The use of high-dose epinephrine for patients with out-of-hospital cardiopulmonary arrest refractory to prehospital interventions. *Pediatr Emerg Care*. 2005;21:227-237
 101. Goetting MG, Paradis NA. High-dose epinephrine improves outcome from pediatric cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 1991;20:22-26
 102. Vandycke C, Martens P. High dose versus standard dose epinephrine in cardiac arrest - a meta-analysis. *Resuscitation*. 2000;45:161-166
 103. Berg RA, Otto CW, Kern KB, Hilwig RW, Sanders AB, Henry CP, Ewy GA. A randomized, blinded trial of high-dose epinephrine versus standard-dose epinephrine in a swine model of pediatric asphyxial cardiac arrest. *Crit Care Med*. 1996;24:1695-1700
 104. Burchfield DJ, Preziosi MP, Lucas VW, Fan J. Effects of graded doses of epinephrine during asphyxia-induced bradycardia in newborn lambs. *Resuscitation*. 1993;25:235-244
 105. Kirkman HN, Riley HD, Jr. Posthemorrhagic anemia and shock in the newborn due to hemorrhage during delivery; report of 8 cases. *Pediatrics*. 1959;24:92-96
 106. Wyckoff MH, Perlman JM, Lupton AR. Use of volume expansion during delivery room resuscitation in near-term and term infants. *Pediatrics*. 2005;115:950-955
 107. Wyckoff M, Garcia D, Margraf L, Perlman J, Lupton A. Randomized trial of volume infusion during resuscitation of asphyxiated neonatal piglets. *Pediatr Res*. 2007;61:415-420
 108. Mayock DE, Gleason CA. Cerebrovascular effects of rapid volume expansion in preterm fetal sheep. *Pediatr Res*. 2004;55:395-399
 109. Box D, Cochran D. Safe reduction in administration of naloxone to newborn infants: an observational study. *Acta Paediatr*. 2006;95:1083-1086
 110. Bonta BW, Gagliardi JV, Williams V, Warshaw JB. Naloxone reversal of mild neurobehavioral depression in normal newborn infants after routine obstetric analgesia. *J Pediatr*. 1979;94:102-105
 111. Gill AW, Colvin J. Use of naloxone during neonatal resuscitation in Australia: compliance with published guidelines. *J Paediatr Child Health*. 2007;43:795-798
 112. Gibbs J, Newson T, Williams J, Davidson DC. Naloxone hazard in infant of opioid abuser. *Lancet*. 1989;2:159-160
 113. Van Woerkom R, Beharry KD, Modanlou HD, Parker J, Rajan V, Akmal Y, Aranda JV. Influence of morphine and naloxone on endothelin and its receptors in newborn piglet brain vascular endothelial cells: clinical implications in neonatal care. *Pediatr Res*. 2004;55:147-151
 114. Ellemunter H, Simma B, Trawoger R, Maurer H. Intraosseous lines in preterm and full term neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1999;80:F74-75
 115. Glaeser PW, Hellmich TR, Szwecuga D, Losek JD, Smith DS. Five-year experience in prehospital intraosseous infusions in children and adults. *Ann Emerg Med*. 1993;22:1119-1124
 116. Cramer K, Wiebe N, Hartling L, Crumley E, Vohra S. Heat loss prevention: a systematic review of occlusive skin

第4章 新生児の蘇生 (NCPR)

- wrap for premature neonates. *J Perinatol.* 2005;25:763-769
117. Vohra S, Roberts RS, Zhang B, Janes M, Schmidt B. Heat Loss Prevention (HeLP) in the delivery room: A randomized controlled trial of polyethylene occlusive skin wrapping in very preterm infants. *J Pediatr.* 2004;145:750-753
 118. Almeida PG, Chandley J, Davis J, Harrigan RC. Use of the heated gel mattress and its impact on admission temperature of very low birth-weight infants. *Adv Neonatal Care.* 2009;9:34-39
 119. Singh A, Duckett J, Newton T, Watkinson M. Improving neonatal unit admission temperatures in preterm babies: exothermic mattresses, polythene bags or a traditional approach? *J Perinatol.* 2010;30:45-49
 120. Knobel RB, Wimmer JE, Jr., Holbert D. Heat loss prevention for preterm infants in the delivery room. *J Perinatol.* 2005;25:304-308
 121. Kent AL, Williams J. Increasing ambient operating theatre temperature and wrapping in polyethylene improves admission temperature in premature infants. *J Paediatr Child Health.* 2008;44:325-331
 122. Petrova A, Demissie K, Rhoads GG, Smulian JC, Marcella S, Ananth CV. Association of maternal fever during labor with neonatal and infant morbidity and mortality. *Obstet Gynecol.* 2001;98:20-27
 123. Lieberman E, Eichenwald E, Mathur G, Richardson D, Heffner L, Cohen A. Intrapartum fever and unexplained seizures in term infants. *Pediatrics.* 2000;106:983-988
 124. Shalak LF, Perlman JM, Jackson GL, Lupton AR. Depression at birth in term infants exposed to maternal chorioamnionitis: does neonatal fever play a role? *J Perinatol.* 2005;25:447-452
 125. Coimbra C, Boris-Moller F, Drake M, Wieloch T. Diminished neuronal damage in the rat brain by late treatment with the antipyretic drug dipyron or cooling following cerebral ischemia. *Acta Neuropathol.* 1996;92:447-453
 126. Goetzl L, Zigelboim I, Badell M, Rivers J, Mastrangelo MA, Tweardy D, Suresh MS. Maternal corticosteroids to prevent intrauterine exposure to hyperthermia and inflammation: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;195:1031-1037
 127. Gluckman PD, Wyatt JS, Azzopardi D, Ballard R, Edwards AD, Ferriero DM, Polin RA, Robertson CM, Thoresen M, Whitelaw A, Gunn AJ. Selective head cooling with mild systemic hypothermia after neonatal encephalopathy: multicentre randomised trial. *Lancet.* 2005;365:663-670
 128. Shankaran S, Lupton AR, Ehrenkranz RA, Tyson JE, McDonald SA, Donovan EF, Fanaroff AA, Poole WK, Wright LL, Higgins RD, Finer NN, Carlo WA, Duara S, Oh W, Cotten CM, Stevenson DK, Stoll BJ, Lemons JA, Guillet R, Jobe AH. Whole-body hypothermia for neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy. *N Engl J Med.* 2005;353:1574-1584
 129. Azzopardi DV, Strohm B, Edwards AD, Dyet L, Halliday HL, Juszczak E, Kapellou O, Levene M, Marlow N, Porter E, Thoresen M, Whitelaw A, Brocklehurst P. Moderate hypothermia to treat perinatal asphyxial encephalopathy. *N Engl J Med.* 2009;361:1349-1358
 130. Eicher DJ, Wagner CL, Katikaneni LP, Hulsey TC, Bass WT, Kaufman DA, Horgan MJ, Languani S, Bhatia JJ, Givelichian LM, Sankaran K, Yager JY. Moderate hypothermia in neonatal encephalopathy: efficacy outcomes. *Pediatr Neurol.* 2005;32:11-17
 131. Lin ZL, Yu HM, Lin J, Chen SQ, Liang ZQ, Zhang ZY. Mild hypothermia via selective head cooling as neuroprotective therapy in term neonates with perinatal asphyxia: an experience from a single neonatal intensive care unit. *J Perinatol.* 2006;26:180-184
 132. Jacobs S, Hunt R, Tarnow-Mordi W, Inder T, Davis P. Cooling for newborns with hypoxic ischaemic encephalopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007:CD003311
 133. Salhab WA, Wyckoff MH, Lupton AR, Perlman JM. Initial hypoglycemia and neonatal brain injury in term infants

- with severe fetal acidemia. *Pediatrics*. 2004;114:361-366
134. Ondoa-Onama C, Tumwine JK. Immediate outcome of babies with low Apgar score in Mulago Hospital, Uganda. *East Afr Med J*. 2003;80:22-29
 135. Klein GW, Hojsak JM, Schmeidler J, Rapaport R. Hyperglycemia and outcome in the pediatric intensive care unit. *J Pediatr*. 2008;153:379-384
 136. LeBlanc MH, Huang M, Patel D, Smith EE, Devidas M. Glucose given after hypoxic ischemia does not affect brain injury in piglets. *Stroke*. 1994;25:1443-1447; discussion 1448
 137. Hattori H, Wasterlain CG. Posthypoxic glucose supplement reduces hypoxic-ischemic brain damage in the neonatal rat. *Ann Neurol*. 1990;28:122-128
 138. McDonald SJ, Middleton P. Effect of timing of umbilical cord clamping of term infants on maternal and neonatal outcomes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008:CD004074
 139. Rabe H, Reynolds G, Diaz-Rossello J. A systematic review and meta-analysis of a brief delay in clamping the umbilical cord of preterm infants. *Neonatology*. 2008;93:138-144
 140. Aladangady N, McHugh S, Aitchison TC, Wardrop CA, Holland BM. Infants' blood volume in a controlled trial of placental transfusion at preterm delivery. *Pediatrics*. 2006;117:93-98
 141. Mercer JS, Vohr BR, McGrath MM, Padbury JF, Wallach M, Oh W. Delayed cord clamping in very preterm infants reduces the incidence of intraventricular hemorrhage and late-onset sepsis: a randomized, controlled trial. *Pediatrics*. 2006;117:1235-1242
 142. Yamauchi Y, Yamanouchi I. Transcutaneous bilirubinometry in normal Japanese infants. *Acta Paediatr Jpn*. 1989;31:65-72
 143. Akaba K, Kimura T, Sasaki A, Tanabe S, Ikegami T, Hashimoto M, Umeda H, Yoshida H, Umetsu K, Chiba H, Yuasa I, Hayasaka K. Neonatal hyperbilirubinemia and mutation of the bilirubin uridine diphosphate-glucuronosyltransferase gene: a common missense mutation among Japanese, Koreans and Chinese. *Biochem Mol Biol Int*. 1998;46:21-26
 144. Maruo Y, Nishizawa K, Sato H, Doida Y, Shimada M. Association of neonatal hyperbilirubinemia with bilirubin UDP-glucuronosyltransferase polymorphism. *Pediatrics*. 1999;103:1224-1227
 145. De Leeuw R, Cuttini M, Nadai M, Berdik I, Hansen G, Kucinkas A, Lenoir S, Levin A, Persson J, Rebagliato M, Reid M, Schroell M, de Vonderweid U. Treatment choices for extremely preterm infants: an international perspective. *J Pediatr*. 2000;137:608-616
 146. Sanders MR, Donohue PK, Oberdorf MA, Rosenkrantz TS, Allen MC. Perceptions of the limit of viability: neonatologists' attitudes toward extremely preterm infants. *J Perinatol*. 1995;15:494-502
 147. Kopelman LM, Irons TG, Kopelman AE. Neonatologists judge the "Baby Doe" regulations. *N Engl J Med*. 1988;318:677-683
 148. Costeloe K, Hennessy E, Gibson AT, Marlow N, Wilkinson AR. The EPICure study: outcomes to discharge from hospital for infants born at the threshold of viability. *Pediatrics*. 2000;106:659-671
 149. Field DJ, Dorling JS, Manktelow BN, Draper ES. Survival of extremely premature babies in a geographically defined population: prospective cohort study of 1994-9 compared with 2000-5. *BMJ*. 2008;336:1221-1223
 150. Tyson JE, Parikh NA, Langer J, Green C, Higgins RD. Intensive care for extreme prematurity--moving beyond gestational age. *N Engl J Med*. 2008;358:1672-1681
 151. Paris JJ. What standards apply to resuscitation at the borderline of gestational age? *J Perinatol*. 2005;25:683-684
 152. Casalaz DM, Marlow N, Speidel BD. Outcome of resuscitation following unexpected apparent stillbirth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1998;78:F112-115

第4章 新生児の蘇生 (NCPR)

153. Jain L, Ferre C, Vidyasagar D, Nath S, Sheftel D. Cardiopulmonary resuscitation of apparently stillborn infants: survival and long-term outcome. *J Pediatr.* 1991;118:778-782
154. Laptook AR, Shankaran S, Ambalavanan N, Carlo WA, McDonald SA, Higgins RD, Das A. Outcome of term infants using apgar scores at 10 minutes following hypoxic-ischemic encephalopathy. *Pediatrics.* 2009;124:1619-1626
155. Chamnanvanakij S, Perlman JM. Outcome following cardiopulmonary resuscitation in the neonate requiring ventilatory assistance. *Resuscitation.* 2000;45:173-180
156. Annibale DJ, Hulsey TC, Wagner CL, Southgate WM. Comparative neonatal morbidity of abdominal and vaginal deliveries after uncomplicated pregnancies. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1995;149:862-867
157. Atherton N, Parsons SJ, Mansfield P. Attendance of paediatricians at elective Caesarean sections performed under regional anaesthesia: is it warranted? *J Paediatr Child Health.* 2006;42:332-336
158. Gordon A, McKechnie EJ, Jeffery H. Pediatric presence at cesarean section: justified or not? *Am J Obstet Gynecol.* 2005;193:599-605
159. Parsons SJ, Sonneveld S, Nolan T. Is a paediatrician needed at all Caesarean sections? *J Paediatr Child Health.* 1998;34:241-244
160. Knudson MM, Khaw L, Bullard MK, Dicker R, Cohen MJ, Staudenmayer K, Sadjadi J, Howard S, Gaba D, Krummel T. Trauma training in simulation: translating skills from SIM time to real time. *J Trauma.* 2008;64:255-263; discussion 263-254
161. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH, McGaghie WC. Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. *Chest.* 2008;133:56-61
162. Schwid HA, Rooke GA, Michalowski P, Ross BK. Screen-based anesthesia simulation with debriefing improves performance in a mannequin-based anesthesia simulator. *Teach Learn Med.* 2001;13:92-96
163. Kory PD, Eisen LA, Adachi M, Ribaldo VA, Rosenthal ME, Mayo PH. Initial airway management skills of senior residents: simulation training compared with traditional training. *Chest.* 2007;132:1927-1931
164. Shapiro MJ, Morey JC, Small SD, Langford V, Kaylor CJ, Jagminas L, Suner S, Salisbury ML, Simon R, Jay GD. Simulation based teamwork training for emergency department staff: does it improve clinical team performance when added to an existing didactic teamwork curriculum? *Qual Saf Health Care.* 2004;13:417-421
165. Cherry RA, Williams J, George J, Ali J. The effectiveness of a human patient simulator in the ATLS shock skills station. *J Surg Res.* 2007;139:229-235
166. Savoldelli GL, Naik VN, Park J, Joo HS, Chow R, Hamstra SJ. Value of debriefing during simulated crisis management: oral versus video-assisted oral feedback. *Anesthesiology.* 2006;105:279-285
167. Blum RH, Raemer DB, Carroll JS, Dufresne RL, Cooper JB. A method for measuring the effectiveness of simulation-based team training for improving communication skills. *Anesth Analg.* 2005;100:1375-1380, table of contents
168. Kumar R. Effect of training on the resuscitation practices of traditional birth attendants. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1994;88:159-160
169. Chomba E, McClure EM, Wright LL, Carlo WA, Chakraborty H, Harris H. Effect of WHO newborn care training on neonatal mortality by education. *Ambul Pediatr.* 2008;8:300-304
170. Carlo WA, Wright LL, Chomba E, McClure EM, Carlo ME, Bann CM, Collins M, Harris H. Educational impact of the neonatal resuscitation program in low-risk delivery centers in a developing country. *J Pediatr.* 2009;154:504-508 e505
171. Deorari AK, Paul VK, Singh M, Vidyasagar D. Impact of education and training on neonatal resuscitation practices

- in 14 teaching hospitals in India. *Ann Trop Paediatr*. 2001;21:29-33
172. Opiyo N, Were F, Govedi F, Fegan G, Wasunna A, English M. Effect of newborn resuscitation training on health worker practices in Pumwani Hospital, Kenya. *PLoS One*. 2008;3:e1599